



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

QUALIDADE DE SEMENTES E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM  
*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh

EDLÂNIA MARIA DE SOUZA

Areia - PB

2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



**QUALIDADE DE SEMENTES E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM**  
*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh

**EDLÂNIA MARIA DE SOUZA**

*Sob Orientação da Professora*

**Edna Ursulino Alves**

Dissertação submetida como requisito  
para obtenção do grau de **Mestre em**  
**Agronomia**, no Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia.

Areia - PB

Fevereiro - 2018

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S729q Souza, Edlânia Maria de.

Qualidade de sementes e divergência genética em  
Cajanus cajan (L.) Millspaugh / Edlânia Maria de  
Souza. - Areia: UFPB/CCA, 2018.  
59f. : il.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Feijão-guandu. 2. Sementes crioulas. 3.  
Potencial  
fisiológico. I. Título

UFPB/CCA-AREIA

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**


**QUALIDADE DE SEMENTES E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM**  
***Cajanus cajan* (L.) Millspaugh**

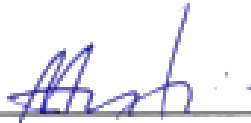
**AUTORA: EDLÂNIA MARIA DE SOUZA**

Defendido como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA  
(Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora

---

Profa. Dra. Edna Ursulino Alves  
(Orientadora - CCA - UFPB)

  
Dra. Katiane da Rosa Gomes da Silva  
(Examinadora - IPA - PE)

  
Dr. Antônio Félix da Costa  
(Examinador - IPA - PE)

---

Prof. Dr. Fábio Mielezski  
(Examinador - CCA - UFPB)

Data da aprovação: 26/2/2018  
Presidente da Comissão Examinadora  
Profa. Dra. Edna Ursulino Alves  
Orientadora

*“ Combati o bom combate, acabei a carreira, guardei a fé ”.*

II Timóteo 4:7

A Deus, por sempre está ao meu lado em todos os  
momentos, eternamente grata a tudo.

Aos meus pais:

Espedito Bertoldo de Souza (*in memoriam*) e

Maria José de Souza

***DEDICO***

## AGRADECIMENTOS

Toda honra e glória seja dada a Deus, por me dá forças para chegar até aqui e realizar mais um sonho na minha vida. Se hoje eu posso glorificar mais um degrau e fechar mais um ciclo, é tudo Graças à Ele. Obrigada meu Deus por suas promessas se cumprirem na minha vida, foi o Senhor quem me deu forças quando eu não tinha mais, para superar todos os obstáculos enfrentados durante toda essa caminhada. À Nossa Senhora das Graças por estar sempre intercedendo por mim e permanecer ao meu lado em todas às circunstâncias da minha vida. Por isso, sinto-me no dever de expressar a minha gratidão.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, na pessoa do Coordenador Professor Dr. Mailson Monteiro do Rêgo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos durante o Mestrado.

À Professora Edna Ursulino Alves, por ter me orientado durante o meu mestrado, que sempre quando preciso está disponível para tirar todas as dúvidas. Sou grata por tudo que a senhora fez por mim, desde o final da minha graduação quando me aceitou para fazer a monografia e por todas as coisas que a senhora fez por mim durante todo o meu mestrado. Gratidão é o que eu tenho pela senhora, grande profissional e pessoa, que diretamente contribuiu para a minha formação profissional.

Aos agricultores de Alagoa Nova, Paraíba, Marizete Ana Almeida (Maricé), João Frutuoso (Zé Pequeno), por me cederem as sementes utilizadas no presente estudo.

Aos meus pais, Espedito Bertoldo de Souza (*in memoriam*) e Maria José de Souza que são às pessoas mais importantes da minha vida.

Aos meus irmãos que sempre estiveram ao meu lado dando todo o apoio necessário para a realização desse sonho.

Meu agradecimento de forma muito especial à minha amiga Maria Lúcia Maurício da Silva, pela incalculável contribuição durante toda a minha formação. Sou grata a Deus, por ter colocado você em minha vida, por poder compartilhar as minhas conquistas com você que sempre acreditou em mim. Obrigada por estar sempre ao meu lado me apoiando e quando eu mais preciso está comigo, sem nunca medir esforços para me ajudar. Obrigada “Lú” não sei como te agradecer!

Aos meus colegas do laboratório, os quais foram essenciais durante todo esse período, Maria das Mercês S. dos Santos Neta, Maria das Graças R. do Nascimento, Rosemere dos S. Silva, Samara Dayse e aos demais pela boa convivência.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes, Antônio Alves de Lima, Rui Barbosa da Silva e Severino Francisco dos Santos, pela boa vontade em me ajudar sempre que precisei.

Eu tenho certeza que Deus escolhe pessoas em forma de anjos e coloca na nossa vida, Maria da Conceição, você foi uma delas. Muito obrigada por tudo, por estar comigo nos momentos que mais preciso e por sempre acreditar em mim, mesmo quando eu não acho uma solução, você sempre está com uma palavra de incentivo e me faz enxergar as coisas de outra forma.

A Natan Guerra por toda amizade desde a Graduação, nunca mediu esforços para me ajudar, as noites de estudos vou ter sempre em minha memória, das palavras de apoio quando mais precisei e por sempre ter a certeza que podia contar com você.

Aos amigos que o CCA me proporcionou, Alessandro Bezerra, Raylson Melo, Antônio Neto, Mirely Miguel, Milleny, David Oliveira, José Gomes, Verônica e Michelly Fernandes. Sempre lembrarei de vocês, por todos os momentos compartilhados!

Às minhas amigas Gabriela Torres, Thamara Ferreira e Carol Alves, que mesmo hoje trilhando caminhos diferentes, com a distância sendo constante nas nossas vidas, muito obrigada pelas palavras de apoio.

À minha amiga Maria do Socorro por te se disponibilizado a ir as comunidades realizar a coleta das sementes, por todo o companheirismo e amizade.

Aos os meus amigos Silvana Cavalcante, Artur Tavares, Bruna Nunes, Fabiana Souza, Jocelmo Gonçalves, Marilena e Maria Julia, obrigada por todos os momentos que tive a oportunidade de compartilhar com vocês, por sempre está ao meu lado me apoiando.

A minha prima-irmã Mayra Cristina, por sempre está ao meu lado durante os momentos que precisei, por me escutar todos os finais de semanas e ao meu amigo Ovídio Galdino por ser um anjo de luz na minha vida.

Enfim, eu só tenho a agradecer a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste sonho, muito obrigada!



## SUMÁRIO

	Pag.
<b>Lista de Tabelas.....</b>	<b>iX</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>Xi</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>Xii</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>Xiii</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>14</b>
<b>2. Revisão de Literatura.....</b>	<b>16</b>
2.1. Descrição da espécie.....	16
2.2. Sementes crioulas.....	17
2.3. Qualidade de sementes e diversidade genética.....	18
<b>3. Material e Métodos.....</b>	<b>21</b>
3.1. Local de realização dos experimentos.....	21
3.2. Aquisição das sementes.....	21
3.3. Caracterização dos lotes.....	22
3.4. Avaliação da qualidade física.....	23
3.5. Avaliação da qualidade fisiológica.....	24
3.6. Avaliação da qualidade sanitária.....	25
3.7. Diversidade genética.....	26
3.8. Delineamento experimental e análise estatística.....	27
<b>4. Resultados e Discussão.....</b>	<b>28</b>
4.1. Qualidade física.....	28
4.2. Qualidade fisiológica.....	30
4.3. Qualidade sanitária.....	36
4.4. Diversidade genética.....	42
<b>5. Conclusões.....</b>	<b>50</b>
<b>6. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>51</b>

### Lista de Tabelas

Tabela 1.	Local de coleta (comunidades) das sementes de feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ) no município de Alagoa Nova - PB, lotes e coordenadas geográficas.....	21
Tabela 2.	Teor de água de sementes (TA), peso de mil sementes (PMS) e pureza física de feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ).....	28
Tabela 3.	Germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes e comprimento de raiz primária (CR) e parte aérea (CPA) e massa seca de raízes (MSR) e parte aérea (MSPA) de plântulas de variedades crioulas de feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ).....	31
Tabela 4.	Emergência (E), primeira contagem de emergência (PCE), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de parte aérea (CPA) e massa seca de parte aérea (MSPA) de plântulas de variedades crioulas de feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ).....	32
Tabela 5.	Resumo da análise de variância para as características primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem de germinação (PG) de sementes, comprimento de raiz primária (CR) e parte aérea (CPA) de plântulas de feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ).....	42
Tabela 6.	Resumo da análise de variância para as características massa seca de raízes (MSR) e parte aérea (MSPA) de plântulas, comprimento (C), largura (L), espessura (E) e peso de mil sementes (PMS) de feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ).....	43
Tabela 7.	Primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem de germinação (PG) de sementes, comprimento de raiz primária (CR) e parte aérea (CPA) de plântulas de feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ).....	44

Tabela 8.	Massa seca de raízes (MSR) e parte aérea de plântulas (MSPA), comprimento (C), largura (L), espessura (E) e peso de mil sementes (PMS) de feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ) provenientes da agricultura familiar do município de Alagoa Nova - PB.....	45
Tabela 9.	Estimativas da dissimilaridade entre os lotes de sementes de feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ) pela distância de Mahalanobis, com base nas características estudadas.....	46
Tabela 10.	Autovalores (%) das variáveis canônicas (VCi) e a porcentagem de variação acumulada correspondente explicada pelos mesmos para cada característica avaliada de plântulas e sementes de guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ).....	48

## Lista de Figuras

Figura 1.	Local de coleta de sementes de feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ).....	22
Figura 2.	Fungos com maior ocorrência em sementes de feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ): <i>Apergillus</i> sp. (A) e <i>Aspergillus niger</i> (B).....	38
Figura 3.	Fungos com ocorrência intermediária em sementes de feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ): <i>Penicillium</i> sp. (A) e <i>Cladosporium</i> sp. (B).....	39
Figura 4.	Fungos com menor ocorrência em sementes de feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ): <i>Rhizopus</i> sp. (A), <i>Chaetomium</i> sp. (B) e <i>Brotryts</i> sp. (C).....	40
Figura 5.	Fungos com baixa ocorrência em sementes de feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ): <i>Monilia</i> sp. (A), <i>Periconia</i> sp. (B) e <i>Fusarium</i> sp. (C).....	41
Figura 6.	Contribuição relativa de todas as características avaliadas para o estudo de diversidade genética em feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ).....	47
Figura 7.	Diagrama de dispersão de sete lotes de sementes de feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ) em relação à primeira e segunda variáveis canônicas (VC1 e VC2) para 11 características.....	49

SOUZA, E.M. **QUALIDADE DE SEMENTES E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM *Cajanus cajan* (L.) Millspaugh**. 2018. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba. Areia - PB. Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Edna Ursulino Alves.

## RESUMO

As sementes crioulas são fontes de variabilidade genética, por isso, seu uso é de grande importância para a agricultura familiar. Portanto, produzir e adquirir sementes de boa qualidade é essencial para o bom desenvolvimento de uma lavoura. A espécie *Cajanus cajan* (L.) Millspaugh (Fabaceae), conhecida como feijão-guandu, foi introduzida no Brasil por se desenvolver bem em solos com baixa fertilidade, e ser tolerante à seca. Dessa forma, objetivou-se avaliar o potencial fisiológico e a divergência genética em sementes crioulas de variedades de feijão-guandu. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise Sementes e de Fitopatologia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB. As análises realizadas foram físicas (teor de água de sementes, peso de mil sementes e teste de pureza física), fisiológicas (germinação, emergência e vigor), e sanitárias (exame de sementes infestadas e levantamento e identificação de patógenos presentes nas sementes), além de características de diversidade genética (germinação, vigor, largura, espessura, comprimento de sementes e peso de mil sementes) de diferentes variedades de feijão-guandu. Os maiores teores de água foram constatados nos lotes 3 e 4 da variedade Precoce de feijão-guandu (*Cajanus cajan*), entretanto tiveram às menores porcentagem de pureza física juntamente com o lote 1 da variedade Rajada. A variedade Manteiga e o lote 3 da variedade Precoce obtiveram o maior peso de sementes. As maiores porcentagens de germinação de sementes crioulas de feijão-guandu foram obtidas nos lotes das variedades Precoce e Manteiga, enquanto às menores porcentagens de germinação foram observadas nos lotes 1 e 2 sementes da variedade Rajada. Os lotes 1 da variedade Precoce e o lote da variedade Manteiga foram os mais vigorosos, entretanto os lotes 1 e 2 da variedade Rajada foram os menos vigorosos. As sementes crioulas de feijão-guandu tiveram uma micobiota diversificada, sendo *Aspergillus* sp., o gênero fúngico de maior ocorrência, entretanto, apenas as sementes do lote um da variedade Rajada teve sua qualidade fisiológica comprometida. Nas variedades crioulas de feijão-guandu há variabilidade genética para todas as características avaliadas, exceto para a largura das sementes. As características que mais contribuíram para explicar a dissimilaridade entre as variedades crioulas de feijão-guandu foram o peso de mil sementes, primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação e espessura de sementes.

**Palavras-chave:** Feijão-guandu, sementes crioulas, potencial fisiológico.

SOUZA, E.M. **SEED QUALITY AND GENETIC DIVERGENCE IN *Cajanus cajan* (L.)**

**Millspaugh.** 2018. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba. Areia - PB. Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Edna Ursulino Alves.

### ABSTRACT

Creole seeds are sources of genetic variability, however, their use is of great importance for family farming. Therefore, producing and purchasing good quality seed is essential for the proper development of a crop. The species *Cajanus cajan* (L.) Millspaugh (Fabaceae), known as pigeon pea, was introduced in Brazil because its development on soils with low fertility, and its tolerant to drought. Thus, the objective of this study was to evaluate the physiological potential and the genetic divergence in creole seeds of different varieties of pigeon pea. The experiments were carried out at the Laboratory of Seed Analysis and Phytopathology, at the Center of Agricultural Sciences, from the Federal University of Paraíba, in Areia - PB. It was analyzed for the different varieties regarding their physical quality (seed water content, weight of thousand seeds and physical purity), physiological quality (germination, emergency and vigor tests), sanitary quality (examining the infested seeds and identification of pathogens presence), addition to genetic diversity characteristics (germination, vigor, width, thickness, seed length and weight of one thousand seeds) of different varieties of pigeon pea. The highest levels of water content were found in lots 3 and 4 of the Precoce variety of pigeon pea, although they had the lowest percentage of physical purity together with lot 1 of the Rajada variety. The Manteiga variety and lot 3 of the Precoce variety obtained the highest weight of seeds. The highest percentages of germination for creole seeds of pigeon pea were obtained in the lots of the varieties Precoce and Manteiga, while the lowest percentages of germination were observed in lots 1 and 2 seeds of the variety Rajada. Lots 1 of the Precoce variety and the lot of the Manteiga variety were the most vigorous, however lots 1 and 2 of the Rajada variety were the least vigorous. The creole seeds of pigeon pea had a diverse microbiota, being *Aspergillus* sp., the fungus genus of greater occurrence, however, only the seeds of lot one of the variety Rajada had its physiological quality compromised. In the native varieties of pigeon pea there is genetic variability for all characteristics evaluated, except for the width of the seeds. The characteristics that most contributed to explain the variation among the creole varieties of pigeon pea were the weight of a thousand seeds, first germination count, percentage of germination and seed thickness.

**Keywords:** *Cajanus cajan*, creole seeds, physiological potential.

## 1. Introdução

A espécie *Cajanus cajan* (L.) Millspaug, popularmente conhecida como feijão-guandu, pertencente à família Fabaceae e subfamília Faboideae (SANTOS, 2000), é uma planta anual ou semiperene, de crescimento determinado ou indeterminado, que se adapta a diversas condições de clima e solo e tem grande importância para muitos países (BERTOLIN et al., 2008). A referida espécie destaca-se na Índia, onde é a base alimentar da população, cujo país é o maior produtor mundial, representando aproximadamente 64% da sua produção, seguida por Myanmar com 22% e Malawi 6% (YAMANURA e RAMESH, 2016).

A sua origem ainda é incerta, provavelmente da Índia, onde a espécie é mais cultivada (WERNER, 1979), ou originário da África, seguindo para a Índia e depois inserido na América Central e do Sul (WUTKE, 1987). No Brasil essa cultura foi introduzida por sua adaptação à solos de baixa fertilidade e às condições climáticas do país (ALVES e MEDEIROS, 1997). O feijão-guandu é cultivado em maior escala na região Nordeste, sobretudo pela agricultura familiar, embora sua produção seja em pequena escala para a alimentação humana e animal (AZEVEDO et al., 2007). O feijão-guandu tem grande potencial forrageiro pela palatabilidade, alto teor de proteína nas folhas e ramos, além de exercer papel fundamental na manutenção da fertilidade do solo (MISHRA et al., 2017).

O principal meio de multiplicação e propagação de uma espécie é a semente, por isso, é fundamental que estas tenham as melhores características físicas, fisiológicas, genéticas e sanitárias para originar plantas saudáveis, obtendo-se um estande uniforme de plântulas, garantindo assim, uma lavoura com boa produtividade (MARCOS FILHO, 2015). Ainda segundo o autor, as características de um lote de sementes são definidas por fatores externos e internos as quais as sementes foram expostas ao longo do processo de formação, as condições de colheita e beneficiamento, bem como às condições de armazenamento, que vão propiciar maior período de viabilidade das sementes.

As sementes crioulas são aquelas, que durante um longo período de tempo, foram conservadas, cultivadas e selecionadas por agricultores em suas regiões, contribuindo com a sustentabilidade e diversidade, além de serem mais rústicas e resistentes (MACEDO et al., 2016), passaram a fazer parte da legislação a partir da nova Lei de Sementes e Mudas (Lei n. 10.711/03) permitindo aos agricultores produzirem ou trocarem as sementes e mudas (PETERSEN et al., 2013).

Desta maneira é comum encontrar em pequenas propriedades sementes crioulas de diferentes variedades, as quais são mantidas ao longo das gerações, com grande valor genético

(COPACHESKI et al., 2013). Com isso, os estudos de divergência genética são importantes para conhecer a variabilidade genética presente em cada genótipo, auxiliando na escolha de progenitores que podem ser usados em futuros programas de melhoramento (CRUZ et al., 2004), portanto, em variedades crioulas o estudo de divergência genética é o primeiro passo a ser analisado, resultando em identificação dos genótipos mais dissimilares aumentando as chances de ganhos a cada geração dentro do programa de melhoramento (LIMA, 2016).

Com um aumento significativo e de informações acerca de sementes crioulas se faz necessário estudos relacionados às variedades crioulas de feijão-guandu, tendo em vista a falta de informações sobre a qualidade das sementes crioulas da espécie. Diante do exposto, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o potencial fisiológico e a divergência genética em sementes crioulas de feijão-guandu.



## 2. Revisão de Literatura

### 2.1. Descrição da espécie

O feijão-guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh] pertence à família Fabaceae, subfamília Faboideae, é uma planta ereta e arbustiva, na qual existe uma vasta variabilidade com relação à altura máxima (um a quatro metros), por possuir duas variedades de botânicas reconhecidas que são o bicolor e flavus, divergem pelo seu comportamento, altura, hábito, tempo de maturidade, cor, tamanho e forma de vagens e sementes (SOUZA et al., 2007). As suas flores são auto-polinizadas, sendo assim é considerada uma planta autógama (70%), fertilização cruzada também pode ocorrer. O fruto do feijão-guandu é uma vagem reta, pubescente, 5-9 cm de comprimento x 12-13 mm de largura e suas sementes são redondas, com coloração marrom, vermelha ou preta (FAO, 2016; MISHRA, et al., 2017).

O feijão-guandu possui os seguintes nomes comuns nos mais variados lugares do globo: guandul, paraguay, sachacafé, falso café, arveja (Argentina), feijão-guandu, guandu, andu (Brasil), quinchoncho (Venezuela), frijol de árbol (México), cumandái (Paraguai), redgram, tur, arhar, dahl, pigeonpea (Índia), pigeonpea (Austrália), pois d'angole (países de língua francesa), Puerto Ricanbean, pigeonpea (Havaí) (AZEVEDO et al., 2007).

No Brasil, esta cultura foi inserida pela rota que os escravos faziam nos navios negreiros que viam da África, onde a espécie é bastante cultivada e logo em seguida acabou sendo distribuída em toda região (SEIFFERT e THIAGO, 1983). Esta espécie é uma leguminosa com um amplo potencial de utilidades em um sistema agrícola na região do Cerrado brasileiro devido ao grande potencial forrageiro, além de uma diversidade genética altamente variada, como também por ser uma planta de origem tropical ou subtropical se adaptou bem às condições climáticas brasileiras (AMABILE et al., 2008).

A espécie pode ser utilizada na alimentação animal, uma vez que suas folhas e vagens são ricas em proteínas, suas sementes servem para alimentação do gado (PHATAK et al., 1993), sendo utilizada também na cobertura do solo por proporcionar controle de erosões (BEKELE-TESEMMA, 2007). Nessa leguminosa há nódulos contendo bactérias do gênero *Rhizobium* que responsáveis por grande fixação de nitrogênio atmosférico simbioticamente, as suas raízes são profundas e capazes de extrair nutrientes das camadas baixas do solo podendo beneficiar outras culturas (VALENZUELA, 2011), além do seu sistema radicular

proporcionar melhores condições na estrutura do solo (CROP TRUST, 2014; MALLIKARJUNA et al., 2011).

A referida cultura é tolerante à seca, adaptando-se muito bem em condições de escassez de água (MISHRA et al., 2017), esta tolerância à escassez de água é de extrema importância para a segurança alimentar, principalmente em regiões em que há pouca concentração de chuvas (CROP TRUST, 2014), que é o caso do nosso semiárido brasileiro. A faixa de temperatura para o desenvolvimento desta espécie varia entre 20 a 40 °C (SEIFFERT e THIAGO, 1983).

## **2.2. Sementes crioulas**

Nos últimos anos as variedades crioulas vem sendo substituídas por material melhorado geneticamente e por híbridos, no entanto, as sementes crioulas são de grande importância na conservação do germoplasma, devido à alta capacidade de adaptação as condições climáticas específicas de cada localidade (PATERNIANI et al., 2000) e também por ser uma grande fonte de diversidade genética, que podem ser estudadas na busca de genes mais tolerantes a diversos fatores bióticos e abióticos (ARAÚJO e NASS, 2002).

Essas sementes, com grande diversidade genética, são preservadas há um longo tempo, de forma que os agricultores familiares têm utilizado dessa vantagem para conseguir enfrentar os fatores abióticos e bióticos (CARVALHO, 2003). No semiárido brasileiro foram desenvolvidos bancos de sementes comunitários que são conduzidos pelos próprios agricultores, garantindo um grande número de variedades de sementes, além de possuir a capacidade de assegurar sementes para os próximos plantios (CUNHA, 2013).

As sementes crioulas ao longo dos anos foram domesticadas pelos agricultores, obtendo assim um elevado patrimônio genético (LIMA e SANTOS, 2018), mas o uso de grande número de sementes melhoradas tem acarretado perda de genótipos importantes, podendo estar associados à resistência de pragas e doenças, produção, qualidade de sementes, tolerância a estresses abióticos (GINDRI, 2014).

No ano de 2003, as sementes crioulas passaram a ser oficialmente reconhecidas, pela a nova Lei de Sementes e Mudanças, a Lei n. 10.711/03, que permitiu aos agricultores produzirem, trocarem ou venderem sementes e mudas, sem precisarem aderir ao Registro Nacional de Sementes (RENASEM) e ao Registro Nacional de Cultivares (RNC), no entanto, a partir dessa nova lei foi possível demonstrar a grande importância das variedades crioulas

(PAULINO e GOMES, 2015), porém a lei não rege o controle de qualidade do material crioulo ao contrário das cultivares comerciais existentes no mercado de sementes (CAMPOS et al., 2006).

Para atingir o máximo de qualidade das sementes crioulas produzidas, os agricultores poderiam desenvolver um padrão de normas de controle que seja fundamental na identificação e avaliação do problema de qualidade, com práticas que assegurem a conservação da qualidade durante o processo produtivo e nos procedimentos após a colheita visando minimizar os erros operacionais (CATÃO et al., 2010). O mesmo autor ainda relata o grande número de variedades crioulas que é cultivado pela agricultura familiar, por isso, é necessário que os mesmos criem um padrão de controle para a aquisição de sementes.

Com a necessidade de conservação e de um controle maior no que diz respeito à qualidade de sementes crioulas, nos últimos anos tem-se observado um aumento nos estudos relacionado à qualidade física, fisiológica, sanitária das sementes de diferentes variedades crioulas, cultivares de diversas espécies, a exemplo dos trabalhos realizados com sementes de milho (*Zea mays* L.) (CATÃO, 2010), feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) (OLIVEIRA NETO et al., 2012) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) (SILVA et al., 2016), mas para as sementes crioulas de feijão-guandu ainda é escasso.

### **2.3. Qualidade de sementes e divergência genética**

A semente é o principal meio de propagação de muitas espécies, com isso, é necessário que elas tenham boas características genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias, para produzir plantas saudáveis, garantindo elevada produtividade, porém os fatores externos e internos os quais as sementes foram expostas durante todo o seu processo de formação, beneficiamento e armazenamento é o que vai definir a qualidade do lote (TELES, 2012).

A qualidade de sementes é um dos elementos primordiais na procura de altas produtividades, estando relacionada diretamente no processo de crescimento da cultura, portanto, as sementes com elevada qualidade vão proporcionar estandes uniformes, ausente de doenças que são disseminadas por sementes, resultando em plantas com elevado vigor (FRANÇA NETO et al., 2014), esta qualidade envolve o conjunto de atributos que expressam seus melhores resultados (ZUCHI et al., 2013).

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o responsável pelas normas e padrões para a produção de sementes de cada espécie, portanto, a

Instrução Normativa que rege a espécie feijão-guandu (*Cajanus cajan*) é a de N° 30, de 21 de maio de 2018, que estabelece porcentagem mínima de sementes puras de 98% para todas as categorias de sementes e, para a porcentagem de germinação, a porcentagem mínima é de 60% para sementes básicas e 70% para as demais categorias.

Para avaliar o potencial fisiológico das sementes são realizados testes e determinações, no Brasil são prescritas nas Regras para Análise de Sementes (RAS), os quais são determinadas e inspecionadas pelo MAPA, estas análises e os métodos que são descritos pela RAS é determinado para a verificação dos atributos físicos, fisiológicos e sanitários (BRASIL, 2009). Na RAS estão prescritas as determinações para avaliar a qualidade física das sementes, dentre elas, determinação do teor de água, o peso de mil sementes e a porcentagem de pureza física das espécies.

A qualidade fisiológica das sementes é definida como a capacidade de desempenhar suas funções vitais, caracterizadas pela longevidade, viabilidade e vigor de um lote de sementes com maior probabilidade de desempenho eficiente em campo ou durante o armazenamento (MARCOS FILHO, 2015), que é avaliada rotineiramente pelo teste de germinação, um teste utilizado mundialmente para avaliar o potencial fisiológico da semente (AOSA, 2002) conduzido sob condições ótimas de ambiente, fornece o potencial máximo de germinação, estabelecendo o limite para o desempenho do lote após a sua semeadura (BRASIL, 2009), porém, esse mesmo teste sozinho não informa a realidade do lote, uma vez que as sementes podem germinarem, mas não ter potencial de se tornar uma plântula normal, com isso é necessário realizar os teste de vigor para pode afirmar a situação real do lote, quais as sementes podem expressar seu potencial em condições adversas (HÖFS et al., 2004).

As sementes que possuem porcentagem de germinação semelhante podem ter diferentes níveis de vigor, devido ao fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados com a deterioração manifestam-se antes de ocorrer uma redução significativa na porcentagem de germinação (DELOUCHE e BASKIN, 1973). Entretanto, o vigor também é caracterizado como sendo a soma dos atributos que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e/ou emergência da plântula (AMARO et al., 2015).

A qualidade sanitária das sementes é também um dos aspectos essenciais para uma boa produtividade e bom desempenho das sementes no campo porque um grande número de microrganismos pode estar associados às sementes, causando anormalidades nas plântulas, deterioração do tecido embrionário, afetando a germinação e vigor, o que pode acarretar perda de produtividade (MOURA et al., 2017), podendo ocasionar ainda a dispersão de raças mais

agressivas e transmissão do patógeno nos primeiros estágios de desenvolvimento da planta (RANI et al., 2013).

A divergência genética é medida dentro de cada espécie ou população, através de características morfológicas, agronômicas, bioquímicas, fisiológicas e moleculares, cuja importância está no fato que as informações obtidas podem auxiliar em programas de melhoramento genético, visando o cruzamento entre genitores divergentes, portanto os estudos de diversidade genética são importantes para se conhecer a variabilidade genética de uma população, auxiliando na escolha de progenitores a serem utilizados em futuros programas de melhoramento (CRUZ et al., 2004).

Em razão da grande diversidade que cada espécie possui, além das diferentes que os agricultores preferem, principalmente, das condições ambientais em que a espécie é cultivada, existe uma enorme variabilidade genética disponível é essencial para o sucesso dos programas de melhoramento (RAMALHO et al., 1993).

Na literatura há vários estudos com relação a divergência genética em sementes crioulas, das diferentes cultivares de diversas espécies, a exemplo dos trabalhos realizados com genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) (SANTOS, et al., 2014), divergência genética relacionada à qualidade fisiológica em sementes de milho (*Zea mays* L.) (PRAZERES e COELHO, 2016), diversidade entre variedades crioulas de feijão-caupi do acre (LIMA, 2016) e divergência genética em germoplasmas de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) (BONETT et al., 2006), com relação a diversidade genética de sementes crioulas de feijão-guandu relacionado à qualidade fisiológica e física, os estudos ainda são escassos.

### 3. Material e Métodos

#### 3.1. Local de realização dos experimentos

Os experimentos foram realizados nos Laboratório de Análise de Sementes (LAS) e de Fitopatologia (LAFIT) do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em Areia - PB.

#### 3.2. Aquisição das sementes

As sementes de feijão-guandu foram adquiridas de produtores da agricultura familiar, provenientes do município de Alagoa Nova - PB, da safra 2016/2017, em seguida levadas para o LAS onde foram homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos e, posteriormente, submetidas aos testes de qualidade física, fisiológica e sanitária.

Tabela 1. Local de coleta (comunidades) das sementes de feijão-guandu (*Cajanus cajan*) no município de Alagoa Nova - PB, lotes e coordenadas geográficas.

Local de coleta	Variedades crioulas	Coordenadas geográficas	
		Latitude	Longitude
Cutiá	Precoce (Lote 1)	7° 5' 59,95" S	35° 45' 43,13" O
Juá de Cima	Precoce (Lote 2)	7° 5' 44,33 "S	35° 45' 32,49 "O
Santo Antônio	Rajada (Lote 1)	7° 3' 0,14" S	35° 44' 9,69" O
Pau d'Arco	Rajada (Lote 2)	7° 3' 3,28" S	35° 44' 47,42" O
Gamileira	Precoce (Lote 3)	7° 3' 38,61" S	35° 50' 4,48" O
Monte Videl	Precoce (Lote 4)	7° 2' 28,41" S	35° 47' 19,58" O
São Tomé II	Manteiga (Lote 1)	7° 2' 44,13" S	35° 46' 3,47" O

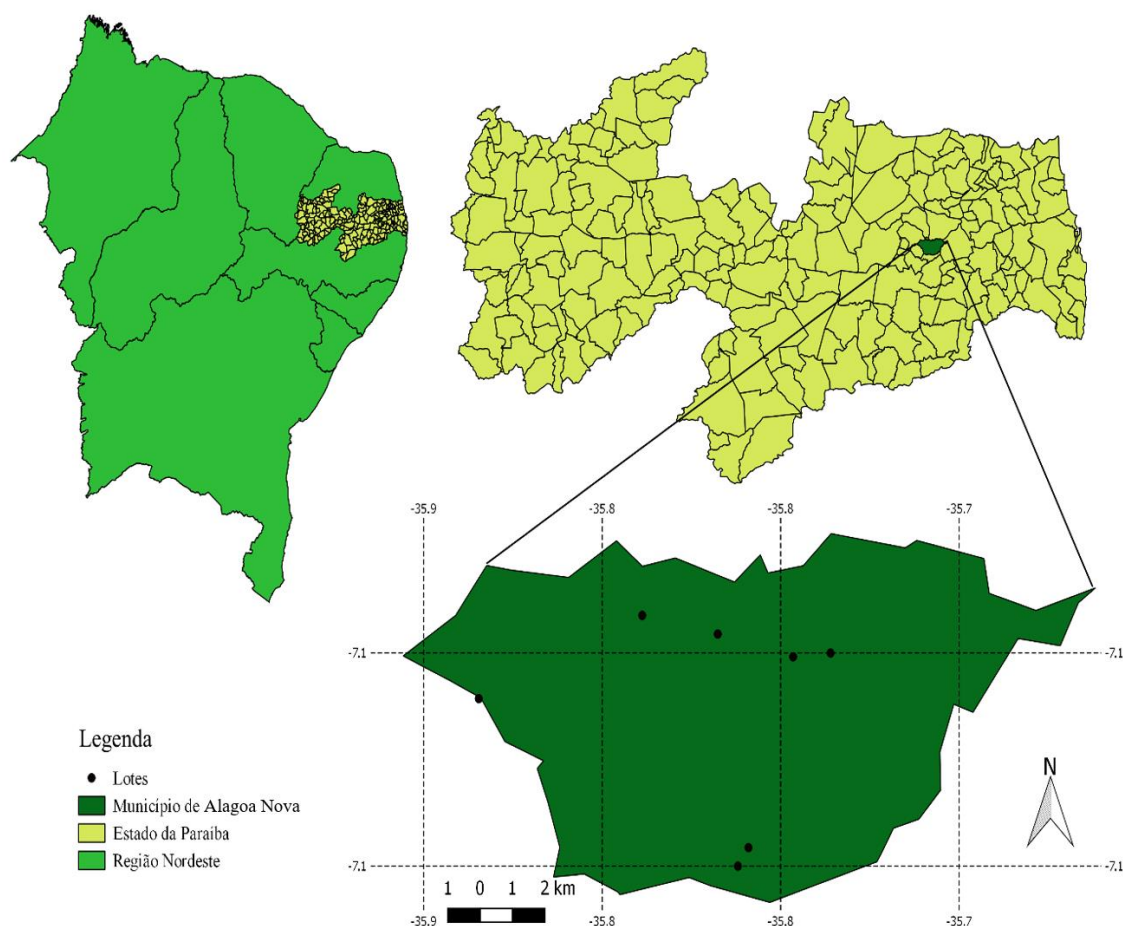


Figura 1. Local de coleta das sementes de feijão-guandu (*Cajanus cajan*).

### 3.3. Caracterização dos lotes

Em cada propriedade selecionada foram realizadas visitas, explicando aos produtores responsáveis pelo cultivo das variedades crioulas, o objetivo e importância do trabalho e solicitado a participação da pesquisa. Aqueles que concordaram em participar foram entrevistados utilizando-se um formulário chave com as seguintes questões: nome popular atribuído, coloração, safra, colheita, realização de adubação, realização de irrigação, armazenamento das sementes.

As sementes da variedade Precoces de todos os lotes, são da safra 2016, possuíam tegumento predominante de coloração creme com partes pretas e roxas, denominado pelos agricultores de pintadinho, cuja semeadura foi realizada no mês de janeiro e colheita nos meses de maio a junho. Os agricultores preparam a terra para o plantio apenas com capinas e fazendo a retirada de algumas plantas da espécie da safra anterior e não realizam nenhum tipo

de adubação e irrigação. O armazenamento é realizado em garrafas do tipo PET (polietileno tereftalato) contendo casca de laranja nos lotes 1 e 3, bem como pimenta do reino os lotes 2 e 4, como forma de prevenir infestação por insetos e conservar as sementes viáveis por mais tempo.

Os lotes 1 e 2 das sementes da variedade Rajada foram da safra 2015/2016, sua coloração é marrom, a semeadura realizada no mês de dezembro e janeiro e a colheita realizada nos meses de junho a julho. Os agricultores realizaram adubação orgânica com biofertilizante e esterco de bovinos no lote 1, enquanto no lote 2 utilizou-se apenas esterco de bovinos, com cultivo em sistema de sequeiro, não fazendo uso de nenhum meio de irrigação. As sementes foram acondicionadas em garrafas PET e utilizaram também a casca de laranja e pimenta do reino.

A variedade crioula Manteiga foi da safra 2016, com coloração branca, cuja semeadura foi realizada no mês de junho e julho e a colheita realizada nos meses de outubro e novembro, sendo realizada adubação com biofertilizante e não houve irrigação. As sementes foram armazenadas em tambor, garrafa PET e silo, com uso de cascas de laranja e pimenta do reino.

### **3.4. Avaliação da qualidade física**

Para avaliar a qualidade física das sementes de feijão-guandu foram realizados os testes e determinações abaixo, conforme prescrições nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

**Determinação do teor de água** - foi determinado pelo método da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas, utilizando-se quatro repetições de dez sementes inteiras, cujos resultados foram expressos em porcentagem.

**Peso de mil sementes** - foi obtido utilizando oito amostras de 100 sementes puras, que foram pesadas em balança de precisão (0,001 g), os resultados foram expressos em gramas.

**Análise de pureza** - realizada de acordo com os procedimentos descritos nas Regras para Análise de Sementes (RAS), cujas sementes foram separadas em três frações (sementes puras, outras sementes e material inerte) e os dados expressos em porcentagem de sementes puras.



### 3.5. Avaliação da qualidade fisiológica

Para avaliar a qualidade fisiológica das sementes de feijão-guandu foram realizados os seguintes testes:

**Teste de germinação** - no teste de germinação foram utilizadas 200 sementes, as quais foram divididas em quatro repetições de 50 e distribuídas sobre duas folhas de papel toalha, cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. O papel foi umedecido com água na quantidade equivalente a 3,0 vezes a sua massa seco e foi conduzido em germinador do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.) regulado para a temperatura constante de 30 °C, com fotoperíodo 8/16 horas de luz e escuro, utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W) (SOUZA et al., 2017). Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes e fechados com atilhos de borracha, com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação. As avaliações foram efetuadas diariamente após a instalação do teste, por um período de dez dias, quando o experimento foi encerrado, sendo consideradas como sementes germinadas aquelas que emitiram a raiz primária e a parte aérea (plântulas normais), de acordo com recomendações de Brasil (2009).

**Primeira contagem de germinação** - foi determinada juntamente com o teste de germinação, mediante contagem do número de plântulas normais (raiz e parte aérea presente) no quarto dia após a instalação do experimento, sendo os resultados expressos em porcentagem.

**Índice de velocidade de germinação (IVG)** - foram realizadas contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, do quarto ao décimo dia após a instalação do teste, sendo o índice de velocidade de germinação calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962).

**Emergência de plântulas em campo** - o teste de emergência de plântulas foi realizado com quatro repetições de 50 sementes de feijão-guandu que foram distribuídas em quatro blocos e semeadas em sulcos de 2,5 m de comprimento e aproximadamente 2,0 cm de profundidade. As irrigações foram realizadas sempre que necessário e às contagens efetuadas do sétimo ao vigésimo primeiro dia após a semeadura, sendo computado o número de plântulas normais e os resultados expressos em porcentagem.

**Primeira contagem de emergência** - foi efetuada simultaneamente com o teste de emergência, pela contagem do número de plântulas emergidas no sétimo dia após a instalação do teste, com os resultados expressos em porcentagem.

**Índice de velocidade de emergência (IVE)** - o índice de velocidade de emergência foi determinado por meio de contagens diárias das plântulas emersas, no mesmo horário, do sétimo ao vigésimo dia após a semeadura, sendo o índice de velocidade de emergência calculado também de acordo com Maguire (1962).

**Comprimento e massa seca de raízes e parte aérea de plântulas** - ao final do teste de germinação, todas as plântulas normais de cada repetição foram medidas raiz e parte aérea, individualmente, e para o teste de emergência foi medida a parte aérea, com auxílio de régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm plântula<sup>-1</sup>. Após as medições, as raízes e parte aérea das plântulas foram colocadas em sacos de papel tipo kraft e acondicionadas em estufa de secagem a 65 °C, até atingir peso constante (48 horas). Decorrido esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g e os resultados expressos em g plântula<sup>-1</sup> (BRASIL, 2009).

### **3.6. Avaliação da qualidade sanitária**

Na avaliação da qualidade sanitária das sementes de feijão-guandu foram realizados os seguintes testes:

**Exame de sementes infestadas por insetos** - foi realizado em quatro repetições de 50 sementes, as quais foram observadas individualmente com auxílio de uma lupa, com a finalidade de localizar orifícios de saída de insetos. A partir daí foram separadas as sementes perfuradas, contadas e registrado o número de sementes perfuradas, em seguida as sementes que externamente não tinham nenhum orifício foram imersas em água por 24 horas e após esse período realizaram cortes nas sementes individualmente para observação das estruturas internas com ajuda da lupa. O número de sementes com ovo, larva, lagarta, pupa ou inseto adulto internamente foi registrado. Ao final do teste somou-se o número de sementes perfuradas de cada repetição para obter o número total de sementes danificadas, de acordo com as especificações de Brasil (2009).

**Teste de sanidade** - as sementes foram submetidas ao teste de sanidade para verificar a incidência de patógenos, o teste foi realizado pelo método *Blotter Test*, de acordo com as recomendações proposta por Neergaard (1979), em 200 sementes de feijão-guandu foram distribuídas, em quatro repetições de 50 sementes todas igualmente espaçadas que passaram por um processo de desinfestação superficial em solução de álcool etílico a 70% por três minutos, hipoclorito de sódio a 1% por cinco minutos e duas lavagens em água destilada e esterilizada por um minuto, sendo dispostas sob três folhas papéis de filtro previamente esterilizados, umedecidos com água destilada e esterilizada, em placas de Petri de 15 cm de diâmetro. As amostras foram colocadas em germinador tipo B.O.D. regulado para a temperatura constante de  $23 \pm 2$  °C e fotoperíodo de 12 horas, onde permaneceram por sete dias (OLIVEIRA et al., 2009). Após do período de incubação foi realizada a avaliação da incidência de fungos, cada placa foi colocada em baixo de uns microscópios ótico e estereoscópico para contagem e identificação dos gêneros fúngicos presentes nas sementes, com base nas suas características morfológicas observadas.

### 3.7. Diversidade genética

Após a realização dos testes foram avaliadas as seguintes características nas variedades crioulas de feijão-guandu: porcentagem de germinação na primeira contagem, índice de velocidade de germinação, porcentagem de germinação, comprimento de raiz e de parte aérea, massa seca de raízes e de parte aérea, comprimento, largura, espessura e peso de mil sementes.

A divergência genética entre as amostras foi estimada por meio da distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) e com a matriz de dissimilaridade, as amostras foram então agrupadas de acordo com o método de otimização de Tocher.

A identificação das variáveis com maior contribuição à divergência foi realizada de acordo com a análise de Singh e análise das variáveis canônicas para a observação da variabilidade total (todas as características). Posteriormente foi construído um diagrama de dispersão bidimensional das amostras em relação à primeira e segunda variáveis canônicas, enquanto as análises estatísticas-genéticas foram realizadas utilizando o software Genes (CRUZ, 2013).

### **3.8. Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao caso para os testes realizados em campo, para os demais testes foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SAS@ 9.1.3. Para os dados de sanidade foi utilizado um teste Kruskal-Wallis para comparação de dois ou mais grupos emparelhados (ANOVA não paramétrica) e a comparação das médias também foi pelo teste de Tukey, enquanto os dados de diversidade genética foram analisados utilizando-se o software Genes (CRUZ, 2013).

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Qualidade física

O teor de água das sementes variou de 12,1 a 14,2% entre as variedades crioulas de feijão-guandu dos diferentes lotes, no entanto, os lotes 3 e 4 da variedade Precoce foram os que obtiveram teores de água acima de 13% (Tabela 2). Segundo Utino e Eifert (2011), valores acima de 13% comprometem a qualidade fisiológica das sementes devido ao aumento do processo respiratório, além de favorecer o desenvolvimento de fungos e micotoxinas. As sementes das demais variedades crioulas mantiveram-se com o teor de água abaixo de 13%. Dessa forma deve-se ressaltar que às sementes estavam armazenadas em garrafas PET e que o teor de água foi fundamental para a conservação das mesmas durante o período que permaneceram armazenadas.

Tabela 2. Teor de água (TA), peso de mil sementes (PMS) e pureza física de sementes de feijão-guandu (*Cajanus cajan*).

Variedades crioulas	TA (%)	PMS (g)	PF (%)
Precoce (Lote 1)	12,1	12,90 e	99,9
Precoce (Lote 2)	12,7	12,82 e	99,6
Rajada (Lote 1)	12,3	9,94 f	95,1
Rajada (Lote 2)	12,2	14,08 d	98,1
Precoce (Lote 3)	14,2	15,28 c	95,3
Precoce (Lote 4)	14,0	18,61 b	95,9
Manteiga (Lote 1)	13,0	20,34 a	99,2
CV (%) =	2,19	3,84	-

Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliando diferentes teores de água (11, 14 e 16%) de sementes de feijão-guandu acondicionadas em sacos do tipo kraft e armazenadas durante dez meses de armazenamento, em condições de laboratório, Lisboa et al. (2017) constataram que sementes com teor de água de 11% conservaram a qualidade fisiológica durante o armazenamento, enquanto nos teores de água de 14 e 16% as sementes tiveram a qualidade fisiológica comprometida, promovendo uma redução drástica na viabilidade das mesmas ao final do armazenamento. Em um estudo similar, avaliando a qualidade de sementes de diferentes variedades de feijão crioulo

(*Phaseolus vulgaris* L.), Berto et al. (2018) observaram uma variação no teor de água de 11,81% a 12,50.

O teor de água está diretamente relacionado na conservação do potencial fisiológico das sementes durante o armazenamento, uma vez que a conservação depende de um teor de água adequado e específico, por estar associado diretamente com a intensidade das reações que caracterizam a atividade fisiológica verificada quando o teor de água das sementes excede os limites de segurança, ocorrendo deterioração durante o armazenamento, além da grande atividade dos fungos e insetos (MARCOS FILHO, 2015).

Para o peso de mil sementes das variedades crioulas de feijão-guandu variaram de 9,94 a 20,34 g (Tabela 2), sendo o maior valor obtido na variedade Manteiga, a qual diferiu estatisticamente das demais, enquanto o menor valor foi observado no lote 1 da variedade Rajada. Essa variação no peso das sementes entre os lotes provavelmente pode estar relacionada às condições de produção, dentro das peculiaridades do manejo de cada produtor, o que pode ter influenciado no peso das sementes, visto que o peso de sementes da mesma variedade crioula variou. Deve ser ressaltado que cerca de 50% das sementes do lote 1 da variedade Rajada estavam perfuradas, possivelmente, o que pode ter ocasionado redução da massa de sementes, em vista que, o caruncho pode ter consumido as suas reservas.

Estes resultados foram diferentes dos obtidos por Olisa et al. (2010), que observaram variação de 8,34 a 11,12 g no peso de cem sementes em seis cultivares de feijão-guandu, às sementes crioulas deste estudo obtiveram pesos acima de 12,00 g, exceto no lote 1 da variedade Rajada. O peso de mil sementes é uma medida que é utilizada para diferentes finalidades, dentre elas a comparação da qualidade de lotes, bem como determinação do rendimento de cultivos de sementes em diversas espécies (AMARO et al., 2015).

Na porcentagem de pureza física das sementes de feijão-guandu (Tabela 2), foram encontrados valores elevados nos lotes 1 e 2 da variedade Precoces, no lote 2 da variedade Rajada e no lote da variedade Manteiga (99,9; 99,6; 98,1; e 99,2% semente pura, respectivamente), ficando acima do valor recomendado pela Instrução Normativa n° 30, de 21 de maio de 2008, que preconiza padrões para produção e comercialização de sementes desta espécie, o mínimo aceito é de 98% de semente pura. Por esses resultados é possível observar a presença de cuidados por parte dos agricultores, evitando a mistura de outras espécies, assim, alcançando porcentagens superiores ao que é recomendado pela Instrução Normativa para a produção e comercialização de sementes da espécie, evidenciando a alta pureza física.

Para os demais lotes foi observado uma porcentagem de germinação abaixo do recomendado pela Instrução Normativa n° 30, vigente, com valores entre 95,1 a 95,9% de

semente pura, provavelmente esses valores abaixo do recomendado, foi devido a colheita, o beneficiamento ou até mesmo durante o armazenamento das sementes, na qual foi possível observar nestes lotes a presença de palhas, pó, pedras, talos, material inerte e casca de laranja.

#### **4.2. Qualidade fisiológica**

Em relação a qualidade fisiológica, foi observado que às sementes de feijão-guandu da variedade Precoce, em todos os seus lotes obteve-se resultados igual ou superior a 75% para porcentagem de germinação, assim como o lote da variedade Manteiga, valores estes que ficaram acima do mínimo estabelecido pela Instrução Normativa nº 30, de 21 de maio de 2018, que é de, no mínimo 60% para sementes básicas e 70% para as outras categorias (Tabela 3). O lote 1 da variedade Precoce e o lote da variedade Manteiga foram os que tiveram porcentagens superior aos demais (90%), porém não diferiu estatisticamente dos lotes 2 e 3 da variedade Precoce, enquanto as menores porcentagens foram obtidas na variedade Rajada nos dois lotes com 45 e 54%, respectivamente, diferindo estatisticamente dos demais.

A porcentagem de germinação das sementes está diretamente relacionada ao teor de água e tempo de armazenamento, assim para os lotes de sementes da variedade Rajada observou-se teor de água ideal, abaixo de 13% e seu armazenamento foi realizado em garrafas PET, sendo um dos meios de armazenamento mais utilizados pelos agricultores, mas o período de armazenamento de 210 dias pode ter influenciado na menor porcentagem de germinação, além do lote 1 desta mesma variedade ter muitas sementes perfuradas por caruncho, uma vez que, os mesmos podem ter consumido as reservas das sementes, o que pode ter contribuído para uma porcentagem de germinação abaixo de 50%.

As sementes dos demais lotes das variedades crioulas de feijão-guandu também estavam armazenadas em garrafas PET, sendo possível constatar elevada porcentagem de germinação nas sementes da variedade Precoce que estavam armazenadas por 180 dias, mesmo nos lotes que estavam com teores de água acima dos 13% a porcentagem de germinação manteve-se alta. A garrafa PET por ser uma embalagem impermeável pode ter contribuído para manter essa viabilidade, não permitindo troca gasosa com o ambiente. As sementes da variedade Manteiga estavam armazenadas por um período mais curto (90 dias) e com o teor de água de 13%, sendo possível constatar também uma elevada porcentagem de germinação, com isso, nota-se que a garrafa PET é um meio viável e eficiente para a conservação do potencial fisiológico das sementes crioulas.

Tabela 3. Germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes e comprimento de raiz primária (CR) e parte aérea (CPA) e massa seca de raízes (MSR) e parte aérea (MSPA) de plântulas de variedades crioulas de feijão-guandu (*Cajanus cajan*).

Variedades crioulas	G %	PCG	IVG	CR cm	CPA	MSR mg	MSPA
Precoce (Lote 1)	90 a	93 a	11,93 a	5,57 a	6,42 a	15,47 a	21,41 a
Precoce (Lote 2)	85 ab	91 ab	11,65 a	5,29 a	4,90 b	13,42 ab	16,70 ab
Rajada (Lote 1)	45 c	44 c	6,00 b	2,49 b	2,97 c	5,13 c	8,21 c
Rajada (Lote 2)	54 c	49 c	7,25 b	2,82 b	3,28 c	6,58 c	10,95 bc
Precoce (Lote 3)	87 ab	93 a	11,88 a	6,48 a	6,33 ab	11,09 b	20,70 a
Precoce (Lote 4)	75 b	81 b	10,43 a	3,52 b	5,87 ab	10,84 b	19,93 a
Manteiga (Lote 1)	90 a	89 ab	11,45 a	5,47 a	6,44 a	16,13 a	22,40 a
CV (%)	8,71	5,99	6,70	14,31	12,13	12,86	15,03

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Tabela 4. Emergência (E), primeira contagem de emergência (PCE), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de parte aérea (CPA) e massa seca de parte aérea (MSPA) de plântulas de variedades crioulas de feijão-guandu (*Cajanus cajan*).

Variedades crioulas	E	PCE	IVE	CPA (cm)	MSPA (mg)
	_____ % _____				
Precoce (Lote 1)	76 a	73 a	5,88 a	11,86 ab	138,70 ab
Precoce (Lote 2)	83 a	76 a	6,15 a	15,10 a	191,58 a
Rajada (Lote 1)	42 b	38 c	3,32 b	6,75 b	82,26 b
Rajada (Lote 2)	74 a	51 bc	5,72 a	11,03 ab	137,26 ab
Precoce (Lote 3)	76 a	70 ab	6,52 a	11,11 ab	150,28 ab
Precoce (Lote 4)	67 ab	60 ab	5,05 ab	13,86 a	176,00 a
Manteiga (Lote 1)	82 a	75 a	5,65 a	11,69 ab	216,07 a
CV (%)	15,87	13,66	15,57	23,08	23,55

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O armazenamento de sementes crioulas em embalagem impermeável (garrafa PET), com o teor de água adequado, por um período de seis meses, mantendo o potencial fisiológico é viável (SILVA et al., 2010). Com relação a conservação de sementes das variedades crioulas, Garofolo et al. (2017) relataram que os pequenos produtores informaram que utilização de garrafa PET durante o armazenamento é possível por um período de seis meses, após esse período as sementes têm uma redução na sua viabilidade, além disso são atacadas por insetos, apesar de serem mais resistentes aos danos no armazenamento e alcançarem porcentagens de germinação superiores às das sementes comerciais.

Os resultados são diferentes daqueles obtidos por Lisboa et al. (2017), que avaliando a influência do conteúdo de água na qualidade fisiológica de sementes de feijão-guandu verificou que sementes com teor de água de 14% em um período de armazenamento de seis meses obteve-se uma porcentagem de germinação abaixo de 50%. Para Olisa et al. (2010), avaliando a qualidade fisiológica de seis variedades de feijão-guandu, observaram uma porcentagem de germinação entre 70 a 90%, obtendo-se uma média geral de 81,78%. Advíncula et al. (2015) avaliando a qualidade física e fisiológica de sementes de *Phaseolus lunatus* L. (feijão-fava) espécie da mesma família do feijão-guandu observaram um percentual de 85% de germinação.

No entanto, para a porcentagem de emergência (Tabela 4) foram observados resultados diferentes para o lote 2 da variedade Rajada atingiu uma porcentagem de emergência superior quando comparado a porcentagem de germinação, o mesmo se repetiu para a variáveis de vigor, isso possivelmente pode ter ocorrido, porque muitas vezes a germinação das semente decorrem de uma entrada de água muito rápida, que acaba ocasionando desorganização da estrutura celular e a liberação grandes quantidades de exsudados, o que podemos chamar de dano por embebição, este dano provoca anormalidades no desenvolvimento de plântulas, principalmente em sementes menos vigorosas, enquanto em campo a entrada de água nas sementes ocorre de forma mais lenta que permite a atuação normal dos mecanismos no processo de emergência (MARCOS FILHO, 2015).

O lote 4 de sementes da variedade Precoce também obteve resultados divergentes quando comparados a porcentagem de germinação, com porcentagem de emergência de 67%, enquanto, no lote 1 da variedade Rajada constatou o menor percentual de emergência, semelhante ao que aconteceu na germinação.

A emergência de plântulas é influenciada pelo vigor das sementes, que é revelado com mais evidência quando as sementes estão no campo porque nessas condições as sementes não estão em condições ideais (BERTO et al., 2018). Segundo Carvalho e Nakagawa (2012),

qualquer atraso ou diminuição na velocidade do processo de germinação aumenta a suscetibilidade das sementes a ataques de microrganismos presentes no solo, reduzindo assim, a emergência de plântulas e, como consequência, comprometendo o estande final da lavoura.

Pelos dados referentes à primeira contagem de germinação de feijão-guandu verificou-se que o maior percentual de germinação (93%) ocorreu na variedade Precoce nos lotes 1 e 3 (Tabela 3), não havendo diferença, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os lotes 1 e 2 da variedade Rajada, assim como foi observado na germinação foram os que obtiveram menores porcentagens de germinação (44% e 49%, respectivamente) na primeira contagem, entretanto no campo, a maior porcentagem de emergência na primeira contagem (Tabela 4) foi observada no lote 2 da variedade Precoce com 76%, seguido do lote da variedade Manteiga com 75% e do lote 1 da variedade Precoce, e a menor porcentagem da emergência (38%) na primeira contagem foi observada no lote 1 da variedade Precoce.

As sementes com elevado vigor são fundamentais para que se tenha um estande uniforme de plantas em variadas condições ambientais de campo (SCHEEREN et al., 2010), enquanto o uso de sementes de baixo vigor pode resultar na necessidade de nova semeadura, causando prejuízos econômicos para o produtor (PINTO et al., 2007).

No índice de velocidade de germinação das sementes de feijão-guandu (Tabela 3) verificou-se que não houve diferença significativa entre os lotes da variedade Precoce e o lote da variedade Manteiga, alcançando os maiores valores variando de 10,43 a 11,93, enquanto os lotes 1 e 2 da variedade Rajada, foram os responsáveis pelos menores (6,00 e 7,25; respectivamente) índice de velocidade de germinação, entretanto, com relação ao índice de velocidade de emergência (Tabela 4), o menor valor também foi observada no lote 1 da variedade Rajada (3,32), de forma semelhante ao que aconteceu com às variáveis anteriores e os maiores índices de velocidade de emergência foram observados nos lotes 2 e 3 da variedade Precoce (6,15 e 6,52; respectivamente), não deferindo estaticamente dos demais lotes, exceto do lote 1 da variedade Rajada e do lote 4 da variedade Precoce.

A germinação de cada semente não está necessariamente relacionada ao crescimento de plântulas vigorosas, muitas sementes com danos físicos podem estar aptas a germinar, porém o seu vigor será afetado, considerando que as sementes que obtiveram porcentagem de germinação iguais podem ter vigor diferente com relação ao índice de velocidade de germinação (MARCOS FILHO, 2015), provavelmente foi o que aconteceu com as sementes do lote 1 da variedade Rajada que estavam com 50% de danos físicos (perfuradas por insetos) germinaram, mas a porcentagem de germinação e o vigor foram afetados.

O maior comprimento de raiz primária foi alcançado nas plântulas oriundas do lote 3 da variedade Precoce (6,48 cm), sem diferenças estatísticas dos lotes 1 e 2 da mesma variedade e do lote da variedade Manteiga, enquanto os menores comprimentos foram verificados nas sementes dos lotes 1 e 2 da variedade Rajada e no lote 4 da variedade Precoce, valores inferiores a 3,50 cm (Tabela 3).

O sistema radicular bem desenvolvido é a garantia do bom desempenho da planta, portanto, quanto mais rápido o desenvolvimento radicular e maior o comprimento, maiores serão as chances de a planta atingir o desenvolvimento de forma mais rápida e tornar-se uma planta mais vigorosa e resistente (MACHADO, 2010). A qualidade fisiológica de sementes é importante porque há influência direta na formação e no desenvolvimento da plântula, permitindo um índice de velocidade maior para os processos metabólicos contribuindo em uma emissão mais rápida e uniforme da raiz primária no processo de germinação (MINUZZI et al., 2010).

O menor conteúdo de massa seca de raízes de plântulas de variedades crioulas de feijão-guandu foi de 5,13 e 6,58 mg, provenientes dos lotes 1 e 2 da variedade Rajada (Tabela 3) e o maiores foram observado no lote da variedade Manteiga e nos lotes 1 e 2 da variedade Precoce (16,13; 15,47; 13,42 mg, respectivamente).

No comprimento de parte aérea de plântulas oriundas de sementes das variedades crioulas de feijão-guandu, o lote 1 das variedades Precoce e Manteiga foram os que originaram o maior comprimento de plântulas com 6,42 e 6,44 cm, respectivamente (Tabela 3), não diferindo estatisticamente dos lotes 3 e 4 da variedade Precoce, os lotes que proporcionaram menores comprimentos de parte aérea das plântulas foram os lotes 1 e 2 da variedade Rajada, dados já esperados pelo fato desses lotes terem ocasionados os menores desempenhos em variáveis anteriores, enquanto no campo, o comprimento da parte aérea de plântulas (Tabela 4) de feijão-guandu oriundos do lote 2 da variedade Precoce foi o que atingiu o maior valor (15,10 cm) e o menor comprimento de plântulas foi obtido no lote 1 da variedade Rajada (6,75 cm).

As sementes que têm melhor qualidade fisiológica são menos vulneráveis às condições de campo, tal como falta de água após a semeadura, e menos susceptíveis ao ataque de pragas no início do seu crescimento, possibilitando um estande uniforme e de rápido desenvolvimento (MELO et al., 2016).

Para a massa seca de parte aérea das plântulas de feijão-guandu (Tabela 3), os maiores valores foram obtidos nos lotes 1, 3 e 4 da variedade Precoce (21,41; 20,70 e 22,40 mg, respectivamente) e no lote da variedade Manteiga (19,93 mg), e o menor conteúdo foi

observado no lote 1 da variedade Rajada (8,21 mg). Em campo o maior conteúdo de massa seca (Tabela 4) foi constatado em plântulas oriundas de sementes do lote da variedade Manteiga (216,02 mg), não tendo diferença estatística entre os lotes 1, 2, 3 e 4 da variedade Precoce e do lote 2 da variedade Rajada, que tiveram conteúdos de massa seca variando de 137,26 a 191,58 mg, e o menor conteúdo de massa seca foi verificado nas plântulas originadas de sementes do lote 1 da variedade Rajada com 82,26 mg.

As sementes com elevado potencial fisiológico resultam em plântulas que possuem o máximo de rendimento na produção de massa seca (MONDO et al., 2012). O uso de sementes crioulas é uma alternativa que vem sendo utilizada pela agricultura familiar, de forma que deve-se preservar o banco de germoplasma de uma determinada região, adotando-se o armazenamento de sementes com teor de água ideal e tomando-se todos os cuidados durante a produção e colheita, para manter a sua qualidade por um longo período (SILVA et al., 2012).

Deve ser ressaltado que os lotes de sementes da variedade Precoce e o lote da variedade Manteiga foram os de melhores resultados na porcentagem de germinação e para maioria dos testes de vigor. Assim, é possível constatar um potencial fisiológico das sementes crioulas de feijão-guandu nos lotes e variedades estudadas, exceto os lotes 1 e 2 da variedade Rajada.

#### **4.3. Qualidade sanitária**

No exame de sementes infestadas foi observado um elevado percentual de sementes atacadas por caruncho em todos os lotes das variedades crioulas de feijão-guandu, sendo o caruncho uma das principais pragas de armazenamento da cultura, além de que os agricultores relataram que este inseto ataca desde o campo.

A porcentagem de sementes crioulas de feijão-guandu com a presença de caruncho oscilou de 17 a 78%, sendo os lotes da variedade Rajada os mais afetados, com cerca de 58,5% para o lote 1 e 78% para o lote 2, em contrapartida, lote 1 da variedade Precoce obteve a menor porcentagem de sementes infestadas (17%), seguido do lote 3 da variedade Precoce e do lote da variedade Manteiga (35 e 36,5%), enquanto para os lotes 2 e 4 da variedade Precoce verificou-se um percentual de 54,5 e 41,4% de sementes infestadas, respectivamente.

Apesar do elevado percentual de infestação nas sementes crioulas de feijão-guandu, a porcentagem de germinação e emergência foi superior à recomendada pela instrução normativa para a produção e comercialização de sementes desta espécie que é superior a 60%

para sementes básicas, para a germinação observou-se um percentual superior a 70%, exceto os lotes da variedade Rajada, e 65% para emergência, exceto lote 1 da mesma variedade. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2016) ao analisar a qualidade sanitária de sementes crioulas de feijão macassar (*Vigna unguiculata*) cultivado no Rio Grande do Norte, verificaram que 94% das amostras mesmo atacadas por gorgulho do feijoeiro (*Callosobruchus maculatus* Fabr.) foi observado uma porcentagem de germinação aceitável para produção de sementes básicas (70%).

Devem ser ressaltados, que os agricultores armazenaram as sementes em garrafa PET em condições não controladas. Assim, com condições de armazenamento não controladas, o clima e elevada temperatura podem ter propiciado a multiplicação dos insetos de forma mais acelerada.

A infestação de sementes pode acontecer no campo ou ao longo do tempo de armazenamento, com perda da qualidade do lote e acaba comprometendo a viabilidade das sementes, devido à rapidez na multiplicação dos insetos (BRASIL, 2009). Os danos provocados nas sementes e/ou grãos, atacadas por insetos, são resultantes da colonização por lavras no interior da semente, ocasionando a redução de peso, diminuição do poder germinativo, além da perda do valor nutricional (OKE et al., 2013).

Pelos dados da Figura 2 observa-se que os fungos com maior ocorrência foram dos gêneros *Aspergillus* sp. e *Aspergillus niger*, sendo estes fungos de armazenamento, havendo diferença estatística entre as variedades crioulas de feijão-guandu. O gênero *Aspergillus* sp. ocorreu com maior frequência no lote 1 das variedades Precoces e Rajada, com médias de 44,5 e 41%, respectivamente, no entanto, com 75% de ocorrência assimétrica negativa para o lote 1 da variedade Precoces e para o lote 1 da variedade Rajada uma distribuição simétrica, com 50%, porque a mediana está no centro dos retângulos, distribuição simétrica é verificada também no lote 3 da variedade Precoces. Para os lotes 2 e 4 da variedade Precoces e o lote da variedade Manteiga constatou-se uma distribuição assimétrica positiva havendo uma tendência maior para o 1º quartil. Entretanto, as menores ocorrências deste fungo foram observadas no lote 4 da variedade Precoces e no lote da variedade Manteiga (7,25 e 3,25%, respectivamente).

O fungo do gênero *Aspergillus niger* ocorreu com mais frequência (10%) nas sementes de feijão-guandu do lote 2 da variedade Precoces, não diferindo estatisticamente dos demais lotes, exceto o lote da variedade Manteiga, que obteve menor incidência deste fungo (0,25%). Para os lotes 1, 3 e 4 da variedade Precoces observou-se uma distribuição simétrica, porém nos lotes da variedade Rajada a assimetria foi positiva (Figura 2).

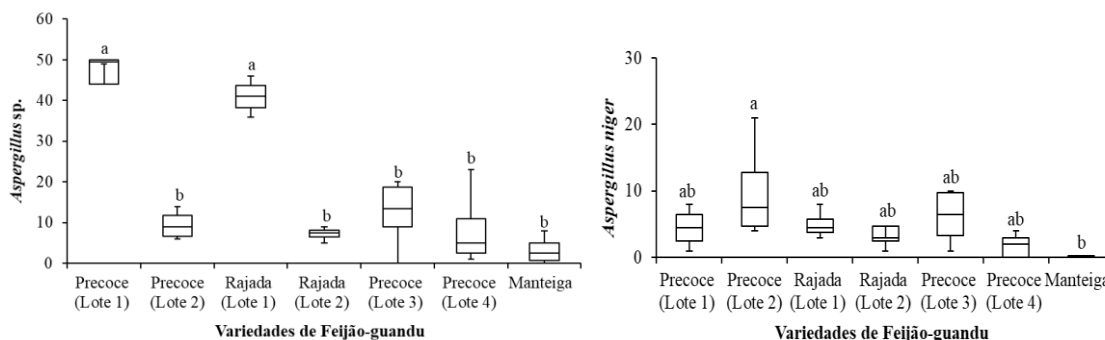


Figura 2. Fungos com maior ocorrência em sementes de feijão-guandu (*Cajanus cajan*): *Aspergillus* sp. (A) e *Aspergillus niger* (B).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em sementes de cultivares de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.), Nascimento (2015) observou maior ocorrência de fungos do gênero *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp. e *Penicillium* sp. O fungo do gênero *Aspergillus* sp. é considerado fungo de armazenamento, sendo responsável pela deterioração das sementes e grãos, ocasionando danos, descoloração e perdas nutricionais, com vantagem de crescer com menores teores de água (VECHIATO, 2010). A utilização de sementes infectadas ou contaminadas, além dos diferentes fatores danosos com relação à disseminação e transmissão de patógenos nas plantas oriundas dessas sementes, ainda pode contaminar outras plantas na mesma lavoura, com isso, podendo causar perdas na produtividade (ITO et al., 2013).

Na Figura 3, estão os dados referentes à ocorrência dos fungos do gênero *Penicillium* sp. e *Cladosporium* sp. foi observado que os lotes 3 e 4 da variedade Precoce e o lote 2 da variedade Rajada, para o gênero *Penicillium* sp. observou comportamentos semelhantes com uma distribuição simétrica, porque a mediana está no centro dos retângulos, enquanto o lote 2 da variedade Precoce obteve uma distribuição assimétrica positiva e o lote da variedade Manteiga foi o que teve maior ocorrência para este fungo (3,50%), com uma distribuição assimétrica negativa, ainda é possível observar a ausência deste fungo no lote 1 da variedade Precoce e Rajada. No lote 2 da variedade Precoce houve maior (9,75%) ocorrência do fungo do gênero *Cladosporium* sp., com uma assimetria positiva, na qual é possível observar uma tendência para o 1 quartil (75%). Para o lote 1 da variedade Precoce também constatou-se distribuição assimétrica positiva, enquanto nos lotes da variedade Rajada, o lote 4 da variedade Precoce e o lote da variedade Manteiga verificou-se uma distribuição simétrica, enquanto no lote 3 da variedade Precoce não houve ocorrência deste fungo.

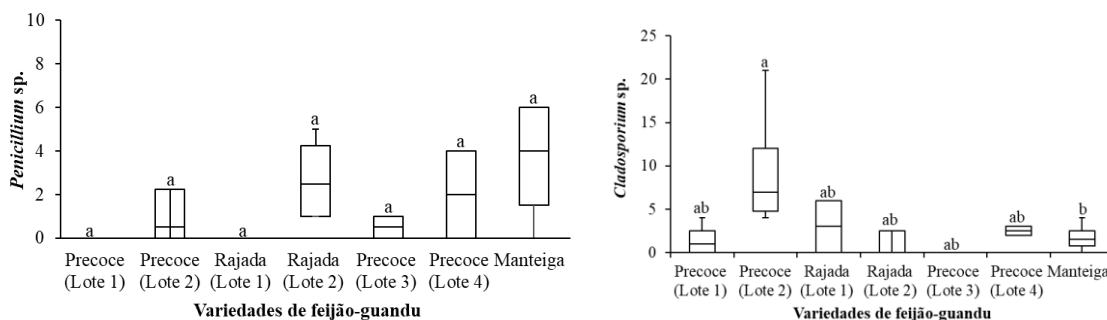


Figura 3. Fungos com ocorrência intermediária em sementes de feijão-guandu (*Cajanus cajan*): *Penicillium* sp. (A) e *Cladosporium* sp. (B).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Além do fungo do gênero *Aspergillus* sp., o *Penicillium* sp. também é considerado um fungo de armazenamento, que são fungos altamente prejudiciais às sementes, ocasionando redução na porcentagem de germinação, causando a morte do embrião, além do apodrecimento das sementes, aceleração da taxa respiratória, o que acaba causando a deterioração dessas sementes, ainda produzem as micotoxinas, aflatoxinas e ocratoxinas, que acaba tornando letais ao homem e aos animais, que é o caso da aflatoxina (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Segundo os mesmos autores, esses fungos estão presentes em sementes recém-colhidas, normalmente em um percentual muito baixo sobrevivendo em ambiente com baixo teor de água, crescendo em sucessão aos fungos de campo.

O fungo do gênero *Rhizopus* sp. foi observado sua ocorrência nos quatro lotes da variedade Precoce com intensidades diferentes, maiores ocorrências nos lotes 2 e 3 (5,75 e 4,50%) e com menores incidências nos lotes 1 e 4 (0,50 e 0,25%), no entanto, não teve ocorrência deste fungo nos lotes das variedades Rajada e Manteiga. O gênero *Chaetomium* sp. ocorreu nos lotes 1 e 2 da variedade Precoce e nos lotes da variedade Rajada, além disso, foi possível observar ausência deste fungo nos lotes 3 e 4 da variedade Precoce e no lote da variedade Manteiga. O *Botrytis* sp. teve sua ocorrência nos lotes 1 e 2 da variedade Rajada e no lote 3 da variedade Precoce, com 1,50, 0,50 e 0,25%, respectivamente, enquanto nos demais lotes não houve ocorrência deste fungo (Figura 4).



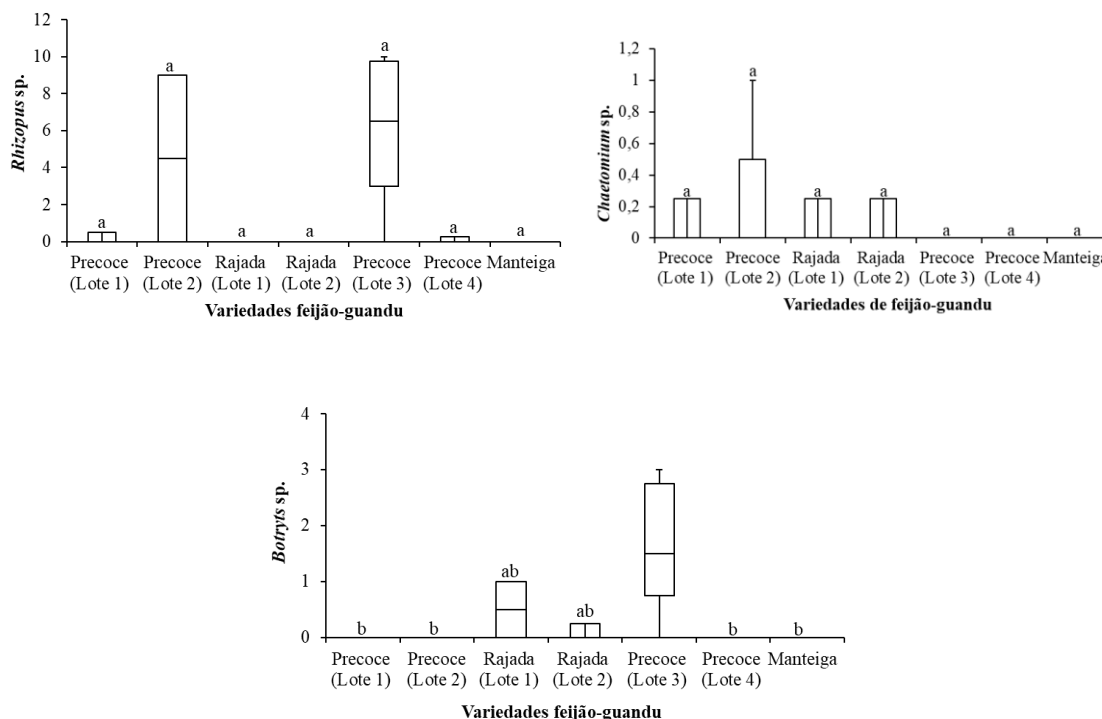


Figura 4. Fungos com menor ocorrência em sementes de feijão-guandu (*Cajanus cajan*): *Rhizopus* sp. (A), *Chaetomium* sp. (B) e *Botrytis* sp. (C).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A maioria dos patógenos usa as sementes como meio de disseminação e abrigo para sobrevivência, por isso é importante ressaltar que os fungos consistem no maior número de grupos fitopatógenos, relacionados às sementes, ocasionando perdas no campo, como apodrecimento, abortos, deformações e manchas necróticas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

A contaminação por *Rhizopus* sp. pode acontecer na pós-colheita, durante o armazenamento, transporte e comercialização, devido o mesmo ser saprófito habitante de solo, causando danos como podridão em frutos e outros órgãos de reserva da planta (SCHUCH et al., 2013).

Os fungos *Monilia* sp., *Periconia* sp. e *Fusarium* sp., pela comparação não paramétrica, ocorreram nas sementes das diferentes variedades crioulas de feijão-guandu com baixa intensidade, porém devem ser levados em consideração pelo fato de que essas sementes são produzidas pelos agricultores familiares, e com o passar do tempo estas podem se tornar um veículo de disseminação de doenças. A presença desses fungos foi observada apenas no lote 1 da variedade Precoce com uma porcentagem de 1,25% (*Monilia* sp.), no lote da

variedade Manteiga com 0,25% (*Periconia* sp.) e no lote 2 da variedade Rajada com um percentual de 1,00% (*Fusarium* sp.) (Figura 5).

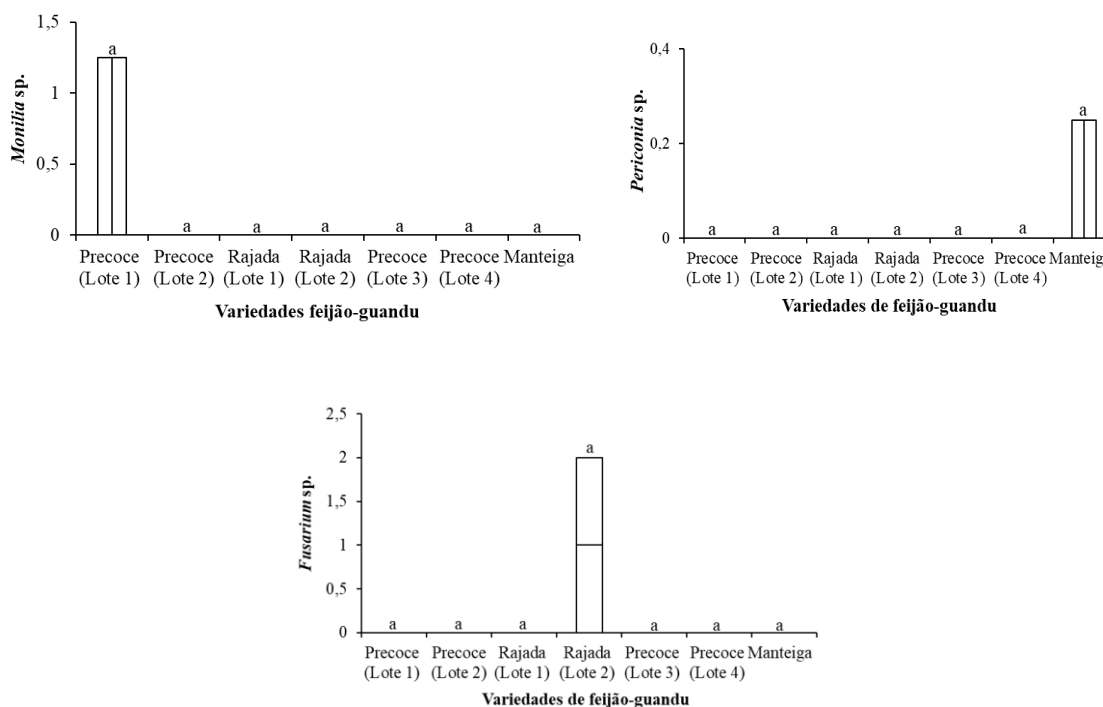


Figura 5. Fungos com baixa ocorrência em sementes de feijão-guandu (*Cajanus cajan*): *Monilia* sp. (A), *Periconia* sp. (B) e *Fusarium* sp. (C).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em sementes crioulas de milho, Catão et al. (2013), verificaram uma grande incidência de *Fusarium moniliforme*, *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp., mas os referidos fungos não comprometeram a qualidade fisiológica das sementes, foi observado altas porcentagens de germinação e um alto vigor.

A maior incidência de fungos nas sementes das variedades crioulas de feijão-guandu foi do fungo de armazenamento *Arpergillus* sp., sendo que os demais fungos encontrados tiveram uma porcentagem abaixo de 10%. As condições de armazenamento como o período, além da umidade no interior das garrafas PET pode ter influenciado na maior incidência deste fungo, mas a infestação desses patógenos não comprometeu a qualidade fisiológica das sementes, provavelmente pela resistência natural dessas sementes aos patógenos, exceto o lote 1 da variedade Rajada que teve suas sementes atacadas por caruncho, que possivelmente foi o que comprometeu sua qualidade fisiológica. Com isso, o armazenamento das sementes em garrafas PET de uma forma geral é eficiente para a manutenção da qualidade fisiológica, uma vez que para a qualidade sanitária foi comprometida.

Ainda existe poucos estudos relacionados a qualidade sanitária de sementes crioulas de feijão-guandu, sendo assim é necessárias pesquisas relacionadas ao levantamento fúngico por causa que essas sementes advêm de pequenos produtores rurais, que mantêm essas sementes por muito tempo em sua propriedade, além de que a lei não regulamenta o controle de qualidade dessas sementes.

#### 4.4. Diversidade genética

Pela análise de variância foi possível observar diferenças significativas para todas as características estudadas a 1% de probabilidade pelo teste Scott-Knott, exceto para a característica largura. Estes resultados indicam que existe variabilidade genética entre as cultivares crioulas de feijão-guandu, evidenciando que essas sementes comportam-se de maneira diferenciada, beneficiando assim, a caracterização das sementes crioulas, além de permitir a seleção de características desejáveis (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para as características primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem de germinação (PG) de sementes, comprimento de raiz primária (CR) e parte aérea (CPA) de plântulas de feijão-guandu (*Cajanus cajan*).

FV	GL	Quadrados Médios				
		PCG	IVG	PG	CR	CPA
Lotes	6	1860,47**	23,82**	1363,14**	9,63**	8,97**
Resíduo	21	21,52	0,457	43,23	0,419	0,394
CV (%)		5,99	6,70	8,71	14,30	12,12

Tabela 6. Resumo da análise de variância para as características massa seca de raízes (MSR) e parte aérea (MSPA) de plântulas, comprimento (C), largura (L), espessura (E) e peso de mil sementes (PMS) de feijão-guandu (*Cajanus cajan*).

FV	GL	Quadrados Médios					
		MSR	MSPA	C	L	E	PMS
Lotes	6	0,00009**	0,000104**	0,479*	0,139 <sup>ns</sup>	1,32**	57,18**
Resíduo	21	0,000019	0,00001	0,175	0,189	0,065	0,398
CV (%)		38,18	6,70	6,31	6,57	5,19	4,28

Para a primeira contagem de germinação, os lotes 1, 2 e 3 da variedade Precoce e o lote da variedade Manteiga foram aqueles que tiveram as maiores médias (94, 92, 93 e 89%, respectivamente), os quais não diferiram estatisticamente, enquanto as menores médias foram encontradas nos lotes da variedade Rajada com 44 e 49%, respectivamente (Tabela 7).

Em relação ao índice de velocidade de germinação e porcentagem de germinação foi observado maiores médias para os lotes da variedade Precoce e o lote da variedade Manteiga não diferindo pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade, havendo diferença estatística para estas características apenas os lotes 1 e 2 da variedade Rajada. No entanto, para as características de comprimento de raiz a maior média foi encontrada no lote 3 da variedade Precoce de 6,48 cm, não diferindo estatisticamente dos lotes 1 e 2 da mesma variedade e do lote da variedade Manteiga. O maior comprimento de parte aérea (6,44 cm) de plântulas foi oriundo de sementes da variedade Manteiga, verificando-se variação de 3,47 cm para o menor comprimento que foi verificado no lote 1 da variedade Rajada (Tabela 7).

Tabela 7. Primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem de germinação (PG) de sementes, comprimento de raiz primária (CR) e parte aérea (CPA) de plântulas de feijão-guandu (*Cajanus cajan*).

Variedades crioulas	PCG	PG	IVG	CR	CPA
	%			cm	
Precoce (Lote 1)	94 a	91 a	11,93 a	5,57 a	6,42 a
Precoce (Lote 2)	92 a	86 a	11,65 a	5,29 a	4,90 b
Rajada (Lote 1)	44 c	46 b	6,00 b	2,49 b	2,97 c
Rajada (Lote 2)	49 c	54 b	7,25 b	2,82 b	3,28 c
Precoce (Lote 3)	93 a	87 a	11,88 a	6,48 a	6,33 a
Precoce (Lote 4)	82 b	75 a	10,43 a	3,52 b	5,87 a
Manteiga (Lote 1)	89 a	91 a	11,45 a	5,48 a	6,44 a
CV (%)	5,99	8,71	6,7	14,3	12,12

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Para as características de massa seca de raízes, comprimento e largura das sementes não houve diferença estatística pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade. O conteúdo de massa seca de parte aérea de plântulas foi obtida no lote 4 da variedade Precoce (0,0225 g), seguido dos lotes 1 e 3 da mesma variedade e o lote da variedade Manteiga. Para a espessura foi possível verificar uma maior média no lote da variedade Manteiga (5,60 cm), a qual não diferiu estatisticamente dos lotes da variedade Precoce e do lote 1 da variedade Rajada variando 1,58 da menor média que foi observada no lote 1 da mesma variedade. Para o peso de mil sementes, o lote da variedade Manteiga diferiu estatisticamente das demais variedades nos diferentes lotes, obtendo-se um valor de 20,37 g (Tabela 8).

Tabela 8. Massa seca de raízes (MSR) e parte aérea de plântulas (MSPA), comprimento (C), largura (L), espessura (E) e peso de mil sementes (PMS) de feijão-guandu (*Cajanus cajan*) provenientes da agricultura familiar do município de Alagoa Nova - PB.

Variedades crioulas	MSR	MSPA	C	L	E	PMS(g)
	g		cm			
Precoce (Lote 1)	0,0175 a	0,0200 a	6,46 a	6,65 a	5,14 a	12,72 d
Precoce (Lote 2)	0,0125 a	0,0175 a	6,32 a	6,61 a	5,08 a	12,46 d
Rajada (Lote 1)	0,0050 a	0,0100 b	6,96 a	6,43 a	4,02 b	9,53 e
Rajada (Lote 2)	0,0075 a	0,0100 b	6,16 a	6,57 a	4,23 b	14,07 c
Precoce (Lote 3)	0,0100 a	0,0200 a	6,59 a	6,62 a	5,24 a	15,11 c
Precoce (Lote 4)	0,0100 a	0,0225 a	6,78 a	6,95 a	5,19 a	18,87 b
Manteiga (Lote 1)	0,0175 a	0,0200 a	7,11 a	6,69 a	5,60 a	20,37 a
CV (%)	38,18	6,7	6,31	6,57	5,19	4,28

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

O lote 1 da variedade Precoce obteve as maiores médias para as características primeira contagem de germinação (94%), índice de velocidade de germinação (11,93), porcentagem de germinação (91%), comprimento de parte aérea de plântulas (6,42 cm), massa seca de raiz (0,0175 g) e médias menores para as características de comprimento de raiz (5,57 cm), massa seca de parte aérea de plântulas (0,0200 g), comprimento (6,46 cm), largura (6,65 cm), espessura (5,14 cm) e peso de mil sementes (12,72 g), enquanto o lote 1 da variedade Rajada foi o lote que obteve menores médias para todas as características avaliadas, exceto para a característica de comprimento de sementes (Tabelas 7 e 8).

As distâncias mínimas e máximas entre as diferentes variedades crioulas de feijão-guandu estão na Tabela 9, assim, pelas estimativas das medidas de dissimilaridade entre os lotes, de acordo com a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) verificou-se que o lote 1 da variedade Rajada e o lote da variedade Manteiga foram os mais distantes, que é explicado pelas diferenças destes lotes em relação a maioria das características. A segunda maior distância observada foi entre o lote 4 da variedade Precoce o lote 1 da variedade (517,78), que foram estatisticamente semelhantes apenas para as características de comprimento de raiz, massa seca de raiz, comprimento e largura.

Os lotes 1 e 2 da variedade Precoce foram aqueles com menor distância (27,29), essa menor distância pode estar relacionada às condições de manejo que os agricultores utilizam para a multiplicação das sementes que são semelhantes, além de serem os lotes que tiveram as

características mais desejáveis, como alto poder germinativo e elevado vigor, com relação aos demais lotes das diferentes cultivares, assim também como o lote da variedade Manteiga (Tabela 9).

A análise de agrupamento das variedades crioulas pelo método de otimização de Tocher utilizou a distância genética existente entre os pares de genótipos, que é método um fundamentado na dissimilaridade, expressada pelas distâncias de Mahalanobis, que possibilitou a distribuição dos genótipos em grupos (LIMA, 2016).

Tabela 9. Estimativas da dissimilaridade entre os lotes de sementes de feijão-guandu (*Cajanus cajan*) pela distância de Mahalanobis, com base nas características estudadas.

P	1	2	3	4	5	6	7
Precoce (Lote 1)							
Precoce (Lote 2)	27,29						
Rajada (Lote 1)	197,37	225,94					
Rajada (Lote 2)	135,31	150,15	84,56				
Precoce (Lote 3)	57,66	60,56	289,46	156,33			
Precoce (Lote 4)	202,78	278,96	517,78	264,11	149,56		
Manteiga (Lote 1)	232,94	254,94	625,79	308,45	154,86	58,76	
Maior Distância: 625,79 (Lote 3 e 7)							
Menor Distância: 27,29 (Lote 1 e 2)							

Pelo agrupamento Tocher constatou-se um padrão de três grupos, de acordo com a distância Mahalanobis (Tabela 9), em que no grupo I ficaram os lotes 1, 2 e 3 da variedade Precoce, que compartilhavam valores semelhantes e estatisticamente iguais para todas as variáveis, exceto o para as variáveis de comprimento de parte aérea de plântulas que o lote 2 foi diferente com relação ao lote 1 e 3 e o peso de mil sementes que o lote 3 foi diferente do lote 1 e 2. No grupo II ficaram o lote 4 da variedade Precoce e o lote da variedade Manteiga neste grupo observaram valores maiores para as características de comprimento de parte aérea de plântulas, massa seca de parte aérea de plântulas, comprimento, largura, espessura e peso de mil sementes e no grupo III ficaram os 1 e 2 da variedade Rajada foi observado as menores médias.

As características com maior contribuição relativa para divergência genética segundo o critério proposto por Singh (1981) foram: peso de mil sementes (47,241%), primeira

contagem de germinação (24,804%) índice de velocidade de germinação (12,242%) e espessura da semente (10,183%) que, juntos, representam 94,47% da variabilidade existente entre os lotes das diferentes variedades crioulas de feijão-guandu (Figura 6). O comprimento de raiz primária (0,349%) e a largura das sementes (0,351%) foram às características que menos contribuíram para a diversidade genética.

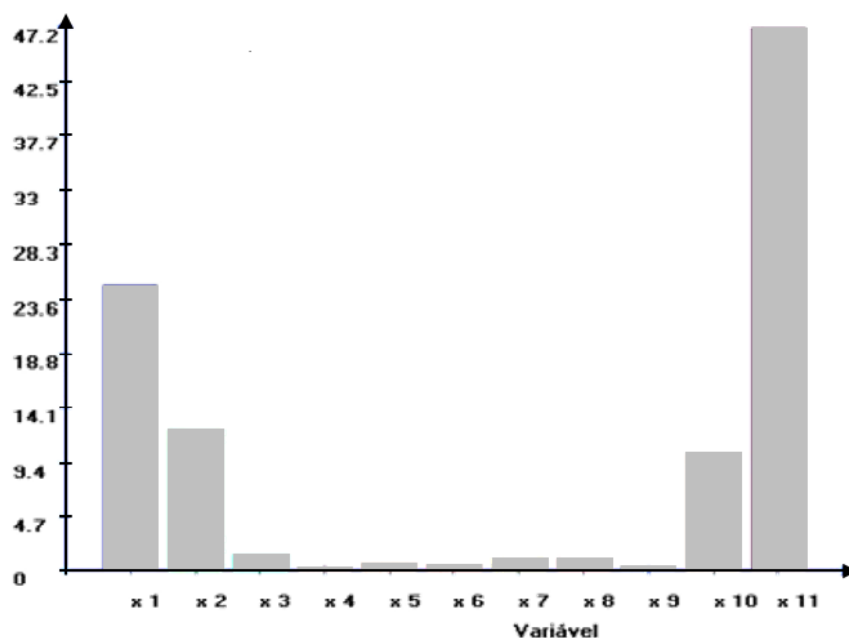


Figura 6. Contribuição relativa de todas as características avaliadas para o estudo de diversidade genética em feijão-guandu (*Cajanus cajan*).

Primeira contagem de germinação (x1), índice de velocidade de germinação (x2), germinação (x3), comprimento de raiz de plântulas (x4), comprimento de parte aérea de plântulas (x5), massa seca de raízes (x6), massa seca de parte aérea (x7), comprimento de sementes (x8), largura de sementes (x9), espessura de sementes (x10) e peso de mil sementes (x11).

O peso de mil sementes é um caractere de herança qualitativa, que é controlada por alguns genes e têm pouca interferência do ambiente em que as mesmas se desenvolvem (RAMALHO et al., 1993), sendo assim, a maior contribuição do peso de mil semente possivelmente está relacionado ao tamanho da semente ser uma característica genética.

Resultados semelhantes foram obtidos por Cabral et al. (2011) avaliando 57 acessos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), os quais verificaram que a característica que mais contribuiu para a diversidade foi o peso de sementes (24,0%). Avaliando 20 genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), Santos et al. (2014) observaram que os caracteres massa de cinco vagens e de grãos de cinco vagens foram os que mais contribuíram para divergência genética em genótipos de feijão-caupi. Avaliando a diversidade genética entre variedades crioulas de feijão-caupi, Lima (2016) constatou que as características que mais contribuíram



para a diversidade foram espessura da semente (21,8%), largura do folíolo apical (15,1%), floração inicial (11,3%), comprimento do folíolo central (9,5%), comprimento da semente (6,2%) e comprimento do folíolo apical (5,5%).

Com base nas estimativas dos autovalores das variáveis canônicas (Tabela 10) verificou-se que as duas primeiras variáveis explicaram mais de 93,61% da variação total do estudo. A característica que mais contribuiu para a variação foi o peso de mil sementes, isto coincide com a contribuição proposta por Singh (1981) para esta característica relatada anteriormente, demonstrando que essa característica foi a de maior peso na separação das variedades crioulas de feijão-guandu. As variáveis canônicas consistem em níveis decrescentes da variância total, com isso, o primeiro componente da variável canônica, por meio de uma maior quantidade na variação nos dados originais, é considerada mais importante (CRUZ et al., 2004).

Tabela 10. Autovalores (%) das variáveis canônicas (VCi) e a porcentagem de variação acumulada correspondente explicada pelos mesmos para cada característica avaliada de plântulas e sementes de guandu (*Cajanus cajan*).

Autovalores (AV)		
AV	AV (%)	% Acumulada
72,17	68,37	68,37
21,44	20,31	88,69
6,38	6,04	94,73
4,13	3,91	98,65
0,890	0,843	99,49
0,534	0,505	100
0	0	100
0	0	100
0	0	100
0	0	100
0	0	100

A variabilidade genética entre os lotes do agrupamento de maior contribuição das sementes das variedades crioulas de feijão-guandu, de acordo com o método de Tocher, foi semelhante à dispersão gráfica obtida por meio das variáveis canônicas formando também três grupos.

Os agrupamentos obtidos pelo gráfico de dispersão (Figura 7) foram concordantes com aqueles obtidos pelo método de Tocher com relação aos diferentes lotes das variedades crioulas de feijão-guandu, os lotes foram divididos em três grupos. O primeiro grupo foi formado pelo lote 4 da variedade Precoce e o lote da variedade Manteiga situadas na parte superior direita, mostrou os valores mais extremos em relação às variáveis canônicas 1 e 2, que podem ser explicado por obter maiores médias para o peso de mil sementes que foi a característica que mais contribuiu para a diversidade genética do estudo, na qual o tamanho da semente é uma característica genética, ocasionando pouca interferência com o ambiente.

O segundo grupo é formado pelos lotes da variedade Rajada que estão localizados na parte intermediária do lado esquerdo, com menores valores para a contribuição VC1. O terceiro grupo é formado pelos lotes 1, 2 e 3 da variedade Precoce, situados nas proximidades do lado esquerdo, com médias intermediárias para o componente VC1 e o VC2 aumentando os valores médio da direita para esquerda de acordo com a colocação do diagrama (Figura 7). A maior diversidade representado nesses lotes podem ser estudado mais profundamente em meio de outras abordagens, além do que o estudo de diversidade genética em sementes crioula de feijão-guandu utilizando características da qualidade física e fisiológica é escasso, uma vez que nessa espécie a taxa de cruzamento natural é elevada, o que proporciona uma diversidade genética muito alta, com isso são necessário maiores estudos afim de identificar as melhores características que se adaptam às condições climática de cada região.

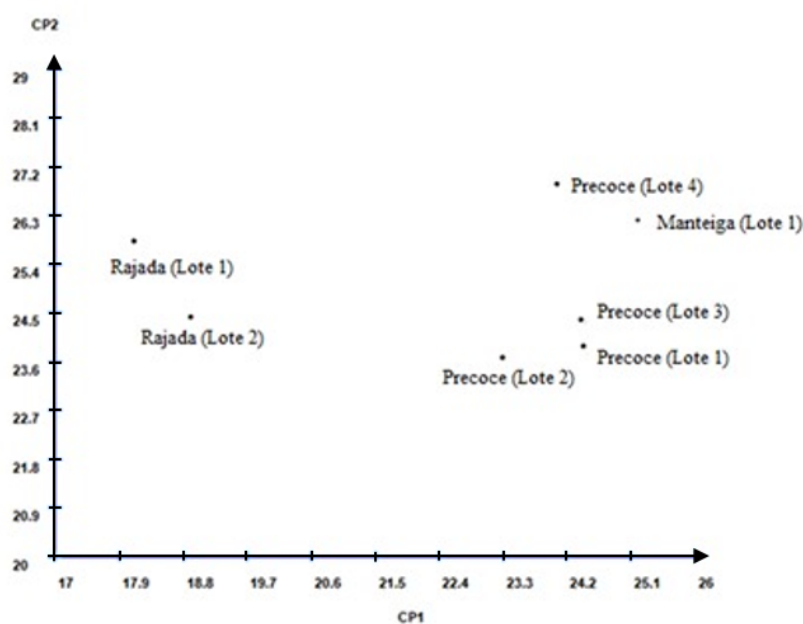


Figura 7. Diagrama de dispersão de sete lotes de sementes de feijão-guandu (*Cajanus cajan*) em relação à primeira e segunda variáveis canônicas (VC1 e VC2) para 11 características.

## 5. Conclusões

As sementes dos lotes 3 e 4 da variedade Precoce e do lote 1 da variedade Rajada de feijão-guandu (*Cajanus cajan*) são de menor pureza física;

As maiores porcentagens de germinação de sementes crioulas de feijão-guandu são obtidas nos lotes das variedades Precoce e Manteiga;

As sementes dos lotes 1 da variedade Precoce e do lote da variedade Manteiga são as mais vigorosas, enquanto aquelas dos lotes 1 e 2 da variedade Rajada são as menos vigorosas;

Nas sementes crioulas de feijão-guandu *Aspergillus* sp. é o gênero fúngico de maior ocorrência;

As características que mais contribuem para explicar a dissimilaridade entre as variedades crioulas de feijão-guandu são o peso de mil sementes, porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação e espessura de sementes.

## 6. Referências Bibliográficas

ADVÍNCULA, T.L.; NADAI, F.B.; COSTA NOBRE, D.A.; FERREIRA, B.; MOLLER, É.N.; BRANDÃO JÚNIOR, D.S.; COSTA, C.A. Qualidade física e fisiológica de sementes de *Phaseolus lunatus* L. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.3, p.341-346, 2015.

ALVES, S.J.; MEDEIROS, G.B. Leguminosas em renovação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 1997. p.251-272.

AMABILE, R.F.; FERNANDES, F.D.; PIMENTEL, A.P.M. Avaliação da resposta de genótipos de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) na região do Cerrado. **Ceres**, v.55, n.3, p.231-235, 2008.

AMARO, H.T.R.; DAVID, A.M.S.S.; ASSIS, M.O.; RODRIGUES, B.R.A.; CANGUSSÚ, L.V.S.; OLIVEIRA, M.B. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v.38, n.3, p.383-389, 2015.

ARAÚJO, P.M.; NASS, L.L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agrícola**, v.59, n.3, p.589-593, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln: AOSA, 2002. 105p. Contribution, 32.

AZEVEDO, R.L.; RIBEIRO, G.T.; AZEVEDO, C.L.L. Feijão guandu: uma planta multiuso. **Revista da FAPese**, v.3, n.2, p.81-86, 2007.

BEKELE-TESEMMA, A. **Profitable agroforestry innovations for eastern Africa: experience from 10 agroclimatic zones of Ethiopia, India, Kenya, Tanzania and Uganda**. 2007. 388p.

BERTO, T.S.; CRISOSTOMO, N.M.S.; RAMOS, M.G.C.; SILVA, C.L.; COSTA, E.A.; MELO JUNIOR, J.L.A.; MELO, L.D.F.A.; ARAÚJO NETO, J.C. Qualidade fisiológica de sementes de feijão crioulo proveniente de diferentes localidades. **Ciência Agrícola**, v.16, número suplementar, p.13-17, 2018.

BERTOLIN, D.C.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; SANTIAGO, D.; BARBOSA, R.M. Sementes de guandu, produzidas em semeadura tardia: efeito de doses de fósforo, potássio e espaçamentos em duas épocas de semeadura. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.4, p.415-419, 2008.

BONETT, L.P.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; SCHUELTER, A.R.; VIDIGAL FILHO, P.S.; GONELA, A.; LACANALLO, G.F. Divergência genética em germoplasma de feijoeiro

comum coletado no Estado do Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.27, n.4, p.547-560, 2006.

BRASIL. Constituição (2003). Lei nº 10.711, de 3 de agosto de 2003. **Sistema Nacional de Sementes e Mudas**. Brasília.

BRASIL. **Instrução normativa nº 30, de 21 de maio de 2008**: normas e padrões para produção e comercialização de sementes de espécies forrageiras de clima tropical. D.O.U., 2011, seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. MAPA/ACS, 2009. 200p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. MAPA/ACS, 2009. 395p.

CABRAL, P.D.S.; SOAREA, T.C.B.; LIMA, A.B.P.; ALVES, D.S.; NUNES, J.A. Diversidade genética de acessos de feijão comum por caracteres agronômicos. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.4, p.898-905, 2011.

CAMPOS, S.R.F.; MOURA, W.M.; PERTEL, J.; LIMA, P.C. Aspectos legais da produção e da comercialização de sementes. **Informe Agropecuário**, v.27, n.232, p.15-21, 2006.

CARVALHO, H.M. **Sementes: patrimônio do povo a serviço da humanidade** (subsídios ao debate). São Paulo. Expressão popular, 2003. 352p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. 2012. 590p.

CATÃO, H.C.R.M.; COSTA, F.M.; VALADARES, S.V.; DOURADO, E.R.; BRANDÃO JUNIOR, D.S.; SALES, N.L.P. Qualidade física, fisiológica e sanitária de semente de milho crioulo produzidas no norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, v.40, n.10, p.2060-2066, 2010.

CATÃO, H.C.R.M.; MAGALHÃES, H.M.; SALES, N.L.P.; BRANDÃO JUNIOR, D.S.; ROCHA, F.S. Incidência e viabilidade de sementes crioulas de milho naturalmente infestadas com fungos em pré e pós-armazenamento. **Ciência Rural**, v.43, n.5, p.764-770, 2013.

COPACHESKI, M.; BOFF, P.; PARIZOTTO, C.; BOFF, M.I.C. Revitalização de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) submetidas a tratamentos homeopáticos. **Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia**, v.8, n.2, p.1-5, 2013.

CROP TRUST, 2014. **Pigeon pea: food for drought**. Disponível em: [www.croptrust.org](http://www.croptrust.org). Acessado em janeiro de 2018.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. 2004. 480p.

CUNHA, F.L. **Sementes da paixão e as políticas públicas de distribuição de sementes na Paraíba**. 2013. 185f. Dissertação (Mestrado em Práticas em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging technique for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science & Technology**, v.1, n.1, p.427-452, 1973.

FAO, **Grassland index**. A searchable catalogue of grass and forage legumes. FAO. 2016.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; LORINI, I.; HENNING, F.A. A relação de alto vigor e a produtividade. **A Granja**, v.70, n.789, p.34-37, 2014.

GAROFOLLO, A.C.; RISSO, I.A.; BARBOSA, D. Conservação *on farm* de variedades crioulas em bancos familiares localizados em assentamentos rurais em território da cidadania no estado do Rio de Janeiro. **Cadernos de Agroecologia**, v.13, n.1, p.1-7, 2018.

GINDRÍ, D.M. **Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de cultivares crioulas de feijão produzidas no sistema orgânico e convencional**. 2014. 89f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.

HÖFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.2, p.55-62, 2004.

ITO, M.F.; COSTA, A.F.; PIRES, B.E.; CANUTO, V.T.B.; OLIVEIRA, L.G.; SOUZA, M.C.M. Sanidade de sementes de feijão-caupi. In: III Congresso nacional de feijão-caupi, 3., 2013. **Anais...** Recife: CONAC, 2013. p.134-138.

LIMA, L.G.; SANTOS, F. No semiárido de Alagoas, a resistência germina na terra: a luta territorial em defesa das sementes crioulas. **Revista NERA**, v.21, n.41, p.192-217, 2018.

LIMA, S.R. **Diversidade entre variedades crioulas de feijão-caupi do Acre**. 2016. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2016.

LISBOA, C.F.; ARAÚJO, R.S.L.; TEIXEIRA, I.R.; MOTA, J.H.; SILVA, A.G.; ARAÚJO, M.E.V.; SILVA, D.D.A.; FRANÇA, E.E.; SILVA I.L.; CAMARGO, F.R.T. Influence of water content on the quality of pigeonpea seeds. **American Journal of Plant Sciences**, v.8, n.10, p.2397-2406, 2017.

MACEDO, R.B.; FIGUEIREDO, G.S.; TEIXEIRA, E.J.R.; MOURO, G.F.; DINIZ, E.R. Cultura do milho sob manejo orgânico e tratamentos alternativos de sementes. **Cadernos de Agroecologia**, v.11, n.2, p.1-5, 2016.

MACHADO, L.C.P. **Pastoreio racional voisin: tecnologia agroecológica para o terceiro milênio**. 2.ed. 2010. 376p.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.



MALLIKARJUNA, N.; SAXENA, K.B.; JADHAV, D.R. **Cajanus**. In: KOLE, C. (ed.). Wild crop relatives: genomic and breeding resources - legume crops and forages. Springer-Verlag, Heidelberg, 2011. p.21-33.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. ABRATES, 2.ed. 2015. 659p.

MELO, D.; BRANDÃO, W.T.M.; NÓBREGA, L.H.P.; WERNCKE, I. Qualidade de sementes de soja convencional e Roundup Ready (RR), produzida para consumo próprio e comercial. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, n.2, p.300-309, 2016.

MINUZZI, A.; BRACCINI, A.L.; RANGEL, M.A.S.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M.C.; ALBRECHT, L.P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.1, p.176-185, 2010.

MISHRA, S.N.; CHAURASIA, A.; BARA, B.M.; KUMAR, A. Assessment of different priming methods for seed quality parameters in pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) seeds. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v.6, n.3, p.522-526, 2017.

MONDO, V.H.V.; CICERO, S.M.; DOURADO-NETO, D.; PUPIM, T.L.; DIAS, M.A.N. Vigor de sementes e desempenho de plantas de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.1, p.143-155, 2012.

MOURA, G.S.; PIETROBELLI, S.R.; OLIVEIRA, I.M.R.; OLIVEIRA, I.J.; FRANZENER, G. Óleo essencial de pitangueira na germinação e sanidade de sementes de variedades crioulas de feijoeiro. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.7, n.3, p.48-55, 2017.

NASCIMENTO, M.G.R. **Qualidade fisiológica e sanitária em sementes de cultivares de *Phaseolus lunatus* L.** 2015. 87f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: Mac Millan Press, 1979. 839p.

OKE, O.A.; AKINTUNDE, E.M.; IJAOLA, S.; RAJI, D.; AGBON, J. Reduction of the nutritional values of cowpea infested with *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.3, n.1, p.30-36, 2013.

OLISA, B.S.; AJAYI, S.A.; AKANDE, S.R. Physiological quality of seeds of promising African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. Ex A. Rich) Harms) and pigeon pea (*Cajanus cajan* L. Mill sp.) Landraces. **Research Journal of Seed Science**, v.3, n.2, p.93-101, 2010.

OLIVEIRA NETO, M.C.; REIS, R.C.; DEVILLA, I.A. Propriedades físicas de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade “Emgopa 201-Ouro”. **Revista Agrotecnologia**, v.1, n.1, p.99-110, 2012.

OLIVEIRA, M.D.M.; NASCIMENTO, L.C.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P. GUEDES, R.S. Tratamentos térmico e químico em sementes de mulungu e efeitos sobre a qualidade sanitária e fisiológica. **Revista Caatinga**, v.22, n.3. p.150-155, 2009.

PATERNIANI, E.; NASS, L.L.; SANTOS, M.X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C.W.; DUARTE, W. (Org.). **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**. Brasília: Paralelo 15, 2000. p.11-41.

PAULINO, J.S.; GOMES, R.A. Sementes da Paixão: agroecologia e resgate da tradição. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.53, n.3, p.517-528, 2015.

PETERSEN, P.; SILVEIRA, L.; DIAS, E.; CURADO, F.; SANTOS, A. Sementes ou grãos? Lutas para desconstrução de uma falsa dicotomia. **Revista Agriculturas: Experiências em Agroecologia**, v.10, n.1, p.36-46, 2013.

PHATAK, S.C.; NADIMPALLI, R.G.; TIWARI, S.C.; BHARDWAJ, H.L. **Pigeonpeas: Potential new crop for the southeastern United States**. In: J. Janick and J.E. Simon. (eds.). 1993. 597-599p.

PINTO, T.L.F.; CICERO, S.M.; FORTI, V.A. Avaliação de danos por umidade, em sementes de soja, utilizando a técnica da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.31-38, 2007.

PRAZERES, C.S.; COELHO, C.M.M. Divergência genética e heterose relacionada à qualidade fisiológica em sementes de milho. **Bragantia**, v.75, n.4, p.411-417, 2016.

RAMALHO M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. UFG: Goiânia, 1993. 271p.

RANI, P.R.; CHELLADURAI, V.; JAYAS, D.S.; WHITE, N.D.G.; KAVITHA-ABIRAMI, C.V. Storage studies on pinto beans under different moisture contents and temperature regimes. **Journal of Stored Products Research**, v.52, n.1, p.78-85, 2013.

SANTOS, C.A.F. **Guandu Petrolina**: opção na produção de grãos para a agricultura familiar. Petrolina EMBRAPA/CPATSA, 2000. 6p. (Instruções Técnicas, 46).

SANTOS, J.A.S.; TEODORO, P.E.; CORREA, A.M.; SOARES, C.M.G.; RIBEIRO, L. P.; ABREU, H. K. A. Desempenho agrônômico e divergência genética entre genótipos de feijão-caupi cultivados no ecótono Cerrado/Pantanal. **Bragantia**, v.73, n.4, p.377-382, 2014.

SCHEEREN, B.R.; TEICHERTPESKE, S.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.35-41, 2010.

SCHUCH, L.O.B.; VIEIRA, J.F.; RUFINO, C.A.; JUNIOR, J.S.A. **Produção, qualidade e inovações tecnológicas**. Pelotas: Gráfica Universitária, 2013. 571p.

SEIFFERT, N.F.; THIAGO, L.R.L.S. **Legumineira cultura forrageira para produção de proteína**: guandu (*Cajanus cajan*). Embrapa/CNPQC, 1983. 52p. (Circular Técnica 13).

SILVA, A.L.; SILVA, J.F.; ALMEIDA, F.A.C.; GOMES, J.P.; ALVES, N.M.C.; ARAÚJO, D.R. Qualidade fisiológica e controle de sementes de milho tratadas com *Piper nigrum*. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.2, p.131-142, 2012.

SILVA, F.H.A.; NASCIMENTO, S.R.; TORRES, S.B.; OLIVEIRA, J.R.; ALVES, T.R.C.; NEGREIROS A.M.P. Qualidade sanitária de sementes salvas de feijão-caupi utilizadas pelos agricultores do Rio Grande do Norte. **Revista Ciências Agrárias**, v.59, n.1, p.60-65, 2016.

SILVA, F.S.; PORTO, A.G.; PASCUALI, L.C.; SILVA, F.T.C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.8, n.1, p.45-56, 2010.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetics**, v.41, n.2, p.237-245, 1981.

SOUZA, E.M.; ALVES, E.U.; SILVA, M.L.M.; ARAÚJO, L.R.; SANTOS NETA, M.M.S. Substrate moisture and temperature in *Cajanus cajan* (L.) Millspaugh germination. **Semina: Ciências Agrárias**, v.38, n.4, suplemento 1, p.2375-2386, 2017.

SOUZA, F.H.D.; FRIGERI, T.; MOREIRA, A.; GODOY, R. **Produção de sementes de guandu**. Embrapa/Pecuária Sudeste, 2007. 10p. (Documentos 69).

TELES, H.F. **Qualidade de sementes de soja e incidência de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary em função do beneficiamento e armazenamento**. 2012. 185f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

UTINO, S.; EIFERT, E.C. **Árvore do conhecimento do feijão: beneficiamento e armazenamento**. 2011. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONT000gvxxn79j02wx7ha0g934vghisa0nv.html>. Acesso em janeiro de 2019.

VALENZUELA, H. **Pigeon peas: a multipurpose crop for Hawaii**. Hanai’Ai/The Food Provider, March-April-May edition, 2011. p.1-8.

VECHIATO, M.H. **Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas**. São Paulo: Instituto Biológico, 2010. 4p.

WERNER, J.C. O potencial do guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) como planta forrageira. **Zootecnia**, v.17, n.2, p.73-100, 1979.

WUTKE, E.B. **Caracterização fenológica e avaliação agronômica de genótipos de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)**. 1987. 164f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

YAMANURA, S.M.; RAMESH. Identification of superior parents and hybrids for improving pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] yield. **Legume Research**, v.39, n.6, p.868-875, 2016.

ZUCHI, J.; FRANÇA NETO, J.B.; SEDIYAMA, C.S.; LACERDA FILHO, A.F.; REIS, M.S. Physiological quality of dynamically cooled and stored soybean seeds. **Journal of Seed Science**, v.35, n.3, p.353-360, 2013.